

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

# Bakalářská práce

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukce vstřikovací formy pro plastový výlisek

Design of Injection Form for Plastic Molding

Student:

Miroslav Lečbych

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Lečbych**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení  
Téma: **Konstrukce vstřikovací formy pro plastový výlisek**  
**Design of Injection Form for Plastic Molding**

### Zásady pro vypracování:

Navrhnete vstřikovací formu pro plastový výlisek. Výlisek slouží jako tělo pro opěru odrazky na zadním nárazníku. Forma bude provozována na lise ARBURG 470 C s uzavírací silou 1,5 MN. Maximální výška formy nesmí překročit 550 mm, středící kroužky volte o průměru 125 mm. Při návrhu využijte normalizovaných dílů (HASCO, CECHO, RECA). Předpokládaná životnost formy 1 000 000 pracovních zdvihů.

### Vypracujte:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení se všemi nezbytnými výpočty.
2. Konstrukční návrh vstřikovací formy.
3. Pevnostní kontrolu důležitých uzlů.
4. Detailní výrobní výkres vybrané součásti.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910. *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.  
Zeman L. *Vstřikování plastů : úvod do vstřikování termoplastů*. Praha: BEN, Praha, 2009. 247 s. 978-80-7300-250-3.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011  
Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem, byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домии, же́ Высшая́ школа́ ба́нская – Техни́ческая универси́тета́ Остра́ва (да́ле же́ „VŠB-TUO“) ма́ пра́во невýдѣле́чно́ к сво́ей вну́трян́ей потре́бе бакала́рскую пра́цу ужи́т (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было́ согла́сено, же́ с VŠB-TUO, в слу́чае́ за́явки́ с ее́ сто́роны, за́клучи́м ли́цензи́йное согла́сие́ с о́правнени́ем ужи́т дѣла́ в о́бласте́ § 12 odst. 4 ау́торского́ за́кона.
- было́ согла́сено, же́ ужи́т сво́его́ дѣла́ – бакала́рскую пра́цу же́ли́ по́слать ли́цензи́ю к ее́му́ ву́потре́бу мо́гу же́ли́ с согла́сие́м VŠB-TUO, кото́рая́ же́ о́правне́на в та́комъ слу́чае́ о́де́ мене́ тре́бовать́ со́вме́рный́ в́кладъ на о́плату́ ра́схо́дов, кото́рые́ бы́ли VŠB-TUO на ву́твое́ние́ дѣла́ вы́несены́ (а́ж до́ ихъ са́мой́ вы́ше).
- беру на ве́домии, же́ о́дании́ сво́ей пра́цы со́гласи́м се́ заве́щани́ем сво́ей пра́цы по́сле за́кона ч. 111/1998 Sb., о́ высо́кихъ шко́лахъ а́ о́ изме́не́нии́ а́ до́полне́нии́ да́льшихъ за́коновъ (за́кон о́ высо́кихъ шко́лахъ), в о́тнесе́нии́ по́здѣ́йшихъ пре́дписи́й, бе́з о́тнесе́ния́ на́ ре́зультатъ́ ее́й о́бхо́димо́сти.

V Ostravě : .....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Miroslav Lečbých

Adresa trvalého pobytu autora práce: Sportovní 10, Moravská Třebová, 57101

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

LEČBYCH, M. *Konstrukce vstřikovací formy pro plastový výlisek: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2012, 51 s. Vedoucí práce: Učeň O.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vstřikovací formy pro výrobu plastového dílu. V jednom pracovním cyklu jsou vytvořeny dva díly (levý a pravý). V úvodu této práce jsou uvedeny plastové materiály, které se používají pro technologii vstřikování a jejich zpracovatelské vlastnosti. Jako další jsou uvedeny hlavní části vstřikovacích forem a teoretické poznatky. Hlavní část, se pak zabývá samotným konstrukčním řešením, které je zpracováno v softwaru SolidWorks. Ve výpočtové části jsou uvedeny základní výpočty vstřikovací formy. Na závěr je představeno celé konstrukční řešení vstřikovací formy.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

LEČBYCH, M. *Design of Injection Form for Plastic Molding: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012, 51 p. Thesis head: Učeň O.

This thesis describes the design of injection form for making plastic mold. In one working cycle of the creation are two parts (left and right). At the beginning of this work are given plastic materials that are used for injection technology and their properties. As the next section are the main injection forms and theoretical knowledge. The main part deals with the actual design solution, which is processed in SolidWorks. In calculation part are listed fundamental calculations of injection form. In the end introduced all structural solution injection form.

# OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ .....	3
ÚVOD .....	4
1 PLASTY A JEJICH ZPRACOVATELSKÉ VLASTNOSTI .....	5
1.1 Příprava plastů .....	5
1.2 Rozdělení plastů .....	6
1.2.1 Podle aplikace a podle konstrukční složitosti vyráběných dílů .....	6
1.2.2 Podle teplotního chování (působení teploty) .....	6
1.2.3 Podle nadmolekulární struktury .....	7
1.2.4 Podle druhu přísad .....	9
2 VSTŘIKOVÁNÍ.....	9
2.1 Vstřikovací cyklus .....	10
3 ZÁSADY KONSTRUOVÁNÍ VSTŘIKOVACÍCH FOREM .....	12
3.1 Smrštění .....	14
3.2 Vtokový systém .....	15
3.2.1 Studený vtokový systém .....	16
3.2.2 Horký vtokový systém .....	19
3.3 Vyhazovací systém .....	20
3.3.1 Mechanické vyhazování.....	20
3.3.2 Pneumatické vyhazování.....	21
3.3.3 Hydraulické vyhazování .....	21
3.4 Temperační systém .....	21
4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VSTŘIKOVACÍ FORMY .....	22
4.1 Výrobek .....	22
4.1.1 Materiál výrobku.....	23
4.2 Vstřikovací stroj .....	24
4.3 Umístění vtoku .....	25
4.4 Násobnost formy.....	26
4.5 Volba formovací roviny.....	27
4.6 Volba rámu formy .....	29
4.6.1 Hlavní části formy.....	29
4.6.2 Vodicí prvky formy.....	30
4.7 Vstřikovací tryska.....	31

4.8 Tvarová dutina .....	32
4.8.1 Tvárnice .....	32
4.8.2 Tvárník .....	33
4.8.3 Tahače .....	33
4.9 Temperační systém .....	35
4.9.1 Temperace tvárnice .....	35
4.9.2 Temperace tvárníku.....	36
4.10 Vyhazovací systém .....	37
4.11 Převážný systém.....	38
5. ZÁKLADNÍ VÝPOČET FORMY.....	39
5.1 Kontrola proti rozevření formy během vstřikování.....	39
5.2 Kontrola rozpěrných prvků na otlačení .....	40
5.3 Kontrola šroubovacího bodu .....	41
ZÁVĚR.....	43
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	44
POUŽITÉ PROGRAMY .....	45
SEZNAM PŘÍLOH .....	45
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	46



## SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

$d_2$	střední průměr metrického závitu	[mm]
$d_3$	nejmenší průměr metrického závitu	[mm]
$F$	provozní síla	[N]
$F_p$	otevírací síla plastu v dělicí rovině	[N]
$F_z$	síla na závitu	[N]
$g$	gravitační zrychlení	[m. s <sup>-2</sup> ]
$k$	součinitel bezpečnosti	[-]
$m$	hmotnost formy	[kg]
$M_k$	krouticí moment	[N. mm]
$p_v$	tlak plastu ve formě	[N. m <sup>-2</sup> ]
$P$	stoupání metrického závitu	[mm]
$Q_n$	uzavírací síla lisu	[N]
$Re$	mez kluzu v tahu	[MPa]
$S_o$	kontrolovaná plocha na otláčení	[mm <sup>2</sup> ]
$S_p$	průmět plochy do dělicí roviny	[mm <sup>2</sup> ]
$S_s$	nejmenší průřez šroubu	[mm <sup>2</sup> ]
$\alpha$	úhel profilu závitu	[°]
$\sigma_{DOV_o}$	dovolené namáhání na otláčení pro nekalené materiály	[MPa]
$\sigma_o$	namáhání na otláčení	[MPa]
$\sigma_t$	tahové napětí	[MPa]
$\sigma_{RED}$	redukované tahové napětí	[MPa]
$\tau_K$	napětí v krutu	[MPa]
$\varphi'$	redukovaný třecí úhel	[°]
$\psi$	úhel stoupání závitu	[°]

## ÚVOD

Polymerní materiály zaujímají dnes nenahraditelnou pozici v materiálové základně průmyslové výroby. A to díky svým vlastnostem, dostupností a poměrně snadnému zpracování a příznivé ceně.

A právě při jejich zpracování na konečné výrobky mají své nezastupitelné místo vstřikovací formy. Vstřikovací technologie patří mezi zpracování polymerů, které zaznamenaly v poslední době značný rozvoj. Byla vyvinuta řada zpracovatelských technologií umožňujících vyrábět velmi složité výrobky, složené z několika homogenních i heterogenních materiálů. Tok taveniny ve složitých geometriích je velmi složitou záležitostí, která se již neobejde bez pomoci výpočetní techniky. K dispozici je celá řada velmi výkonných simulačních softwarů usnadňujících řešit tyto problémy v dostatečném předstihu, ještě před započítáním výroby vlastního nástroje (vstřikovací formy). To vše přináší velké úspory a zkrácení cyklu od samotného návrhu výrobku po jeho výrobu. Produkce přesných plastových výstřiků předpokládá kromě praktických zkušeností i určité osvojení teoretických vědomostí.

Rozsah těchto vědomostí se vzhledem k vývoji tohoto oboru neustále zvětšuje a zahrnuje údaje chemických a fyzikálně-mechanických vlastností plastů, ale také poznatky z oboru regulační techniky zpracovatelských strojů, měřicí technice a samotné metrologii.

Jednou v podstatě nejdůležitější částí, která zajišťuje výsledný tvar výrobku je tvářecí nástroj. Tento nástroj se odborně nazývá vstřikovací forma a jejímu návrhu a konstrukčnímu řešení se věnuje velká pozornost. Nestačí pouze zajistit výsledný tvar výrobku, ale také zachovat požadované vlastnosti s ohledem na jeho použití v předem stanovených provozních podmínkách. Vstřikovací forma, která slouží k produkci plastových dílů, je velmi složitá součást a skládá se z mnoha různých dílů a částí. Veškeré komponenty musí být navrhnuty a zhotoveny podle přesně daných kritérií, které jsou zadány na počátku výroby vstřikovací formy, tak aby bylo dosaženo požadovaného produktu. [1]

# 1 PLASTY A JEJICH ZPRACOVATELSKÉ VLASTNOSTI

V současné době existuje na trhu plastů několik tisíc různých druhů. V technické praxi má však výrazné uplatnění jen několik desítek druhů plastů. Sortiment termoplastů se neustále zvětšuje, a to dvěma směry. Jednou cestou je výroba nových polymerů a druhá cesta je modifikace dosavadních polymerů.

Při výběru materiálu je třeba vedle vlastností a ceny materiálu brát v úvahu i jeho zpracovatelské vlastnosti, které výrazně ovlivňují mechanické a fyzikální vlastnosti konečného výrobku, ale i technologické podmínky výroby, konstrukční řešení nástroje a správnou volbu vstřikovacího stroje.

Veškeré vlastnosti a odolnost polymerů jsou dány jejich chemickou a fyzikální strukturou, ale v mnoha případech jsou do značné míry ovlivněny i samotným procesem výroby, tedy způsobem vstřikování plastu, volbou vstřikovacího procesu a zvolené technologii vstřikování.

V mnoha aplikacích nahrazují plasty a jejich modifikace dosud používané kovové materiály a jiné klasické materiály pro jejich lepší design. Dále pak pro jejich nižší hmotnost, lepší kluzné vlastnosti, chemickou a tepelnou odolnost. Ve výsledku má poté finální výrobek lepší výsledné vlastnosti, jako např. vyšší užitné vlastnosti výrobku a ekonomicky výhodné řešení pro zákazníka. [2], [5]

## 1.1 Příprava plastů

Synteticky připravované makromolekulární látky vznikají polyreakcí. Jedná se v podstatě o velmi jednoduché chemické reakce, které se vícekrát opakují, takže původní nízkomolekulární sloučenina monomér přechází ve vysokomolekulární látku, která se nazývá polymer. Plastem se polymer stává poté, co je smíchán s nezbytnými přísadami a převeden do formy vhodné k dalšímu technologickému zpracování, např. do formy granulí, prášků, tablet, apod. - obecný termín polymer představuje chemickou látku, zatímco plast je brán jako technický materiál, který musí mít vhodné užitné vlastnosti. [2]

## 1.2 Rozdělení plastů

Plasty je možno rozdělit dle různých hledisek:

### 1.2.1 Podle aplikace a podle konstrukční složitosti vyráběných dílů

- Plasty pro široké použití - polyolefiny (PE, PP), polystyrény (PS), polyvinylchlorid (PVC),
- Plasty pro inženýrské aplikace - polyamidy (PA), polykarbonáty (PC), terpolymer (ABS), polyuretan (PU), epoxidové (EP) a polyesterové (UP) pryskyřice,
- Plasty pro špičkové aplikace – polysulfon (PSU), polyamidy (PI)

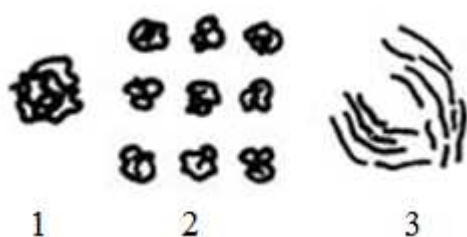
### 1.2.2 Podle teplotního chování (působení teploty)

- **Termoplasty** - jedná se o polymerní materiály, které při zahřívání přecházejí do plastického stavu, kdy je lze snadno tvářet a zpracovávat různými technologiemi. Do tuhého stavu přejdou opětovným ochlazením. Protože při zahřívání nedochází ke změnám chemické struktury, lze proces měknutí a následného tuhnutí opakovat teoreticky bez omezení. Jedná se pouze o fyzikální proces. K termoplastům patří většina zpracovávaných hmot (polyetylen, polypropylen, polystyren, polyvinylchlorid, polyamid.
- **Reaktoplasty** - jedná se o polymerní materiály, které také v první fázi zahřívání měknou a lze je tvářet, avšak jen po omezenou dobu. Během dalšího zahřívání dochází k chemické reakci k tzv. vytvrzování. Tento děj je nevratný a vytvrzené plasty nelze roztavit ani rozpustit, dalším zahříváním dochází k rozkladu hmoty (degradaci) a tím pádem ke znehodnocení materiálu. Náleží sem epoxidové pryskyřice, polyesterové hmoty, apod.
- **Kaučuky, pryže, elastomery** - jedná se o polymerní materiály, které rovněž v první fázi zahřívání měknou a lze je tvarovat, avšak jen po omezenou dobu. Během dalšího zahřívání dochází k chemické reakci tzv. vulkanizaci. U elastomerů na bázi termoplastů nedochází ke změnám chemické struktury, proces měknutí a následného tuhnutí lze opakovat teoreticky bez omezení, probíhá zde pouze fyzikální děj. Takže nedochází ke znehodnocení materiálu. [2]

### 1.2.3 Podle nadmolekulární struktury

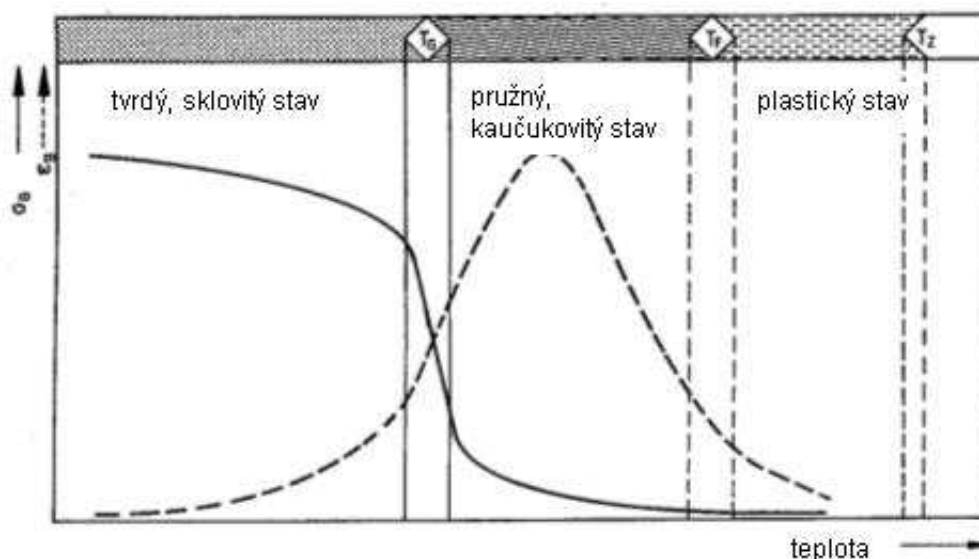
- **Amorfní plasty** - kde makromolekuly zaujímají zcela nahodilou pozici. Do této skupiny patří např. PS, PMMA, PC, apod. Tyto materiály jsou charakteristické tvrdostí, křehkostí, vysokou pevností, modulem pružnosti a jsou vzhledem k nízkému indexu lomu průhledné, resp. dle propustnosti světla čiré (92 % propustnosti světla), transparentní anebo průhledné (60 % propustnosti světla). [2]

Nadmolekulární struktura těchto materiálů je patrná na obr. 1. Na obr. 2 je znázorněn průběh deformačních vlastností.



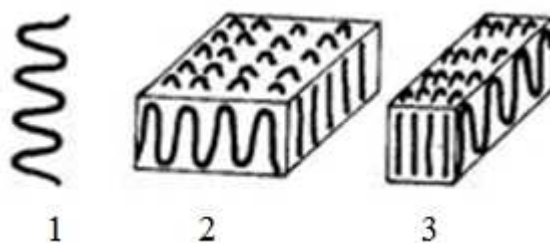
Obr. 1 Nadmolekulární struktura amorfních plastů

1- globula, 2 - uspořádání globul, 3- svazek [2]



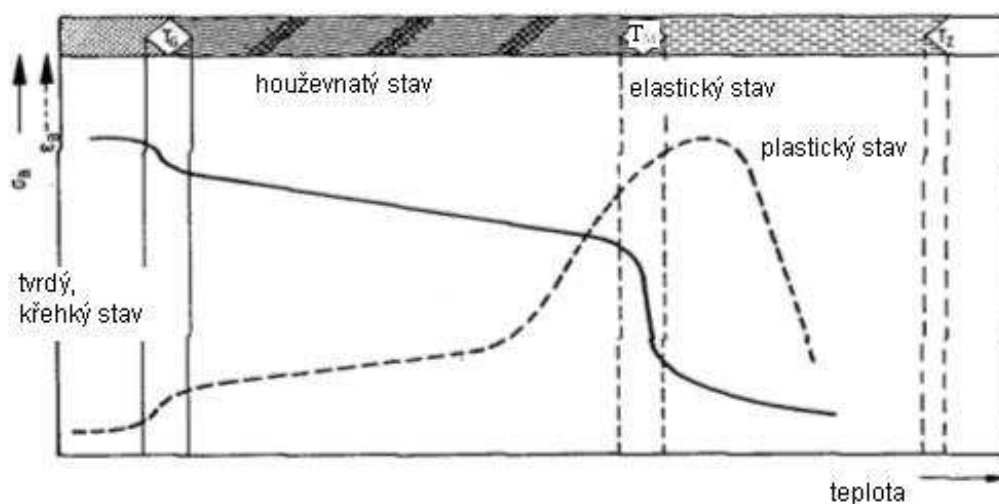
Obr. 2 Průběh deformačních vlastností u amorfního plastu [2]

- **Krystalické (semikrystalické) plasty** - které vykazují určitý stupeň uspořádanosti. Ten se označuje jako určitý stupeň krystalinity a vyjadřuje relativní podíl uspořádaných oblastí, které jsou uloženy mezi oblastmi amorfními. Nemůže nikdy dosáhnout 100 %, proto se krystalické plasty také označují jako semikrystalické. Patří sem PE, PP, PA, PTFE, POM, atd. Jsou mléčně zakalené, index lomu je u těchto materiálů větší a jsou charakterizovány houževnatostí materiálu. Pevnost a modul pružnosti roste se stupněm krystalinity. [2]



Obr. 3 Nadmolekulární struktura krystalických plastů

1 - proužek, 2- lamela, 3 -fibrila [2]



Obr. 4 Průběh deformačních vlastností u semikrystalického plastu [2]

### 1.2.4 Podle druhu přísad

- **Neplněné plasty** - neplněný plast je takový plast, u kterého množství přísad zásadně neovlivňuje vlastnosti polymerní matrice.
- **Plněné plasty** – plnivo ovlivňuje fyzikální i mechanické vlastnosti plastu. Makromolekulární látka plní funkci pojiva a určuje základní fyzikální a mechanické vlastnosti materiálu. Přísadou mohou být, stabilizátory, maziva, barviva, změkčovadla, iniciátory, nadouvadla, tvrdidla, retardéry hoření, apod.

Plniva zlepšují buď mechanické vlastnosti materiálu, nebo chemickou odolnost či tvarovou stálost při zvýšené teplotě, jiné prostě jen hmotu zlevňují. [2]

## 2 VSTŘIKOVÁNÍ

Technologie vstřikování plastů je nejrozšířenější technologií na zpracování umělých hmot, je to poměrně složitý proces tváření, který je cyklický. Na procesu vstřikování se podílí polymer, ze kterého se vyrábí požadovaná součást. Vstřikovací stroj umožňuje přípravu taveniny a její dopravu za požadovaných podmínek do formy. Vstřikovací forma jako nástroj pro vlastní tváření propůjčí tavenině výsledný tvar.

Vstřikování je způsob tváření plastů, při kterém je zpracovávaný materiál vstříknut z prostoru plastifikační jednotky velkou rychlostí do uzavřené dutiny vstřikovací formy. Ve tvarové dutině poté tuhne v konečný výrobek.

Výhody vstřikování:

- Krátký čas cyklu
- Schopnost vyrábět složité tvary
- Dobré tolerance rozměrů
- Konstrukční flexibilita

Nevýhody vstřikování:

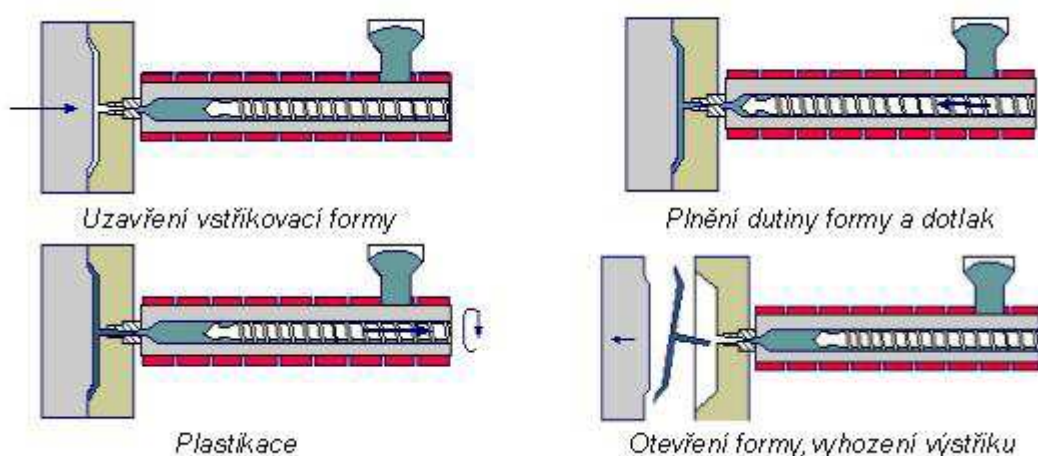
- Velké investiční náklady do vstřikovacího stroje a vstřikovací formy
- Dlouhé doby nutné pro výrobu forem
- Velký stroj v porovnání s malým výrobkem

## 2.1 Vstřikovací cyklus

V dnešní době se vstřikovací cyklus významně vyvinul na úroveň, kdy je plně automatizovaný, a mikroprocesorem řízené stroje jsou dnes standardem. Vstřikovací cyklus se definuje, jako čas od uzavření formy pro jedno vstříknutí, dokud není forma znovu uzavřena pro další dávku. Obvykle je počet dávek za minutu (hodinu) udáván jako ukazatel produktivity vstřikovacího cyklu. Cyklus tvoří sled přesně specifikovaných úkonů. Jedná se o proces neizotermický, během něhož plast prochází teplotním cyklem. Při jeho popisu je nutno jednoznačně definovat počátek tohoto cyklu. [3]

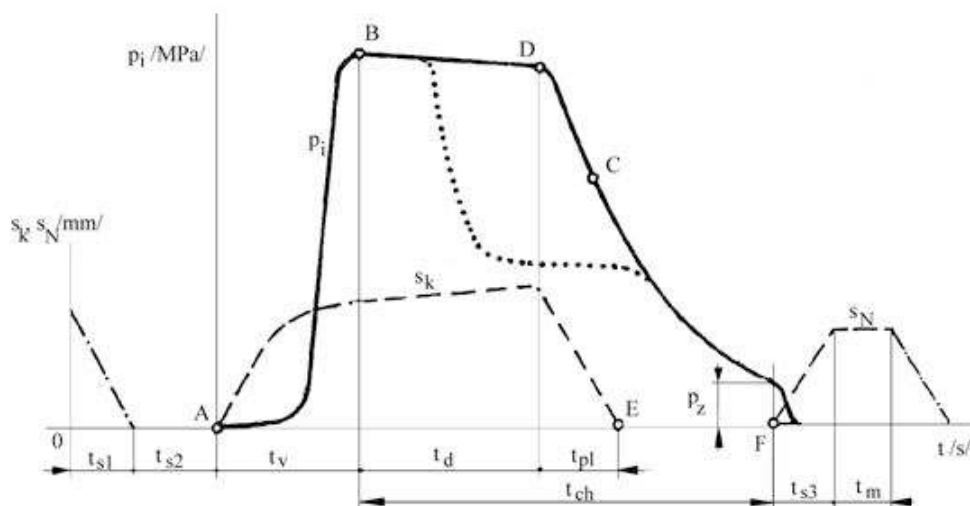
Vstřikovací cyklus:

- Uzavření formy
- Vstříknutí plastu do dutiny vstřikovací formy
- Chlazení a dotlak (Chlazení začíná vstupem taveniny do dutiny formy a trvá až do otevření formy a vyjmutí výstřiku. Dotlak kompenzuje smrštění během chlazení a zabraňuje vzniku propadlin a vnitřních vad. Trvá až do zatuhnutí výrobku.)
- Plastifikace nové dávky plastu
- Otevření formy
- Vyhození hotového výstřiku [2]

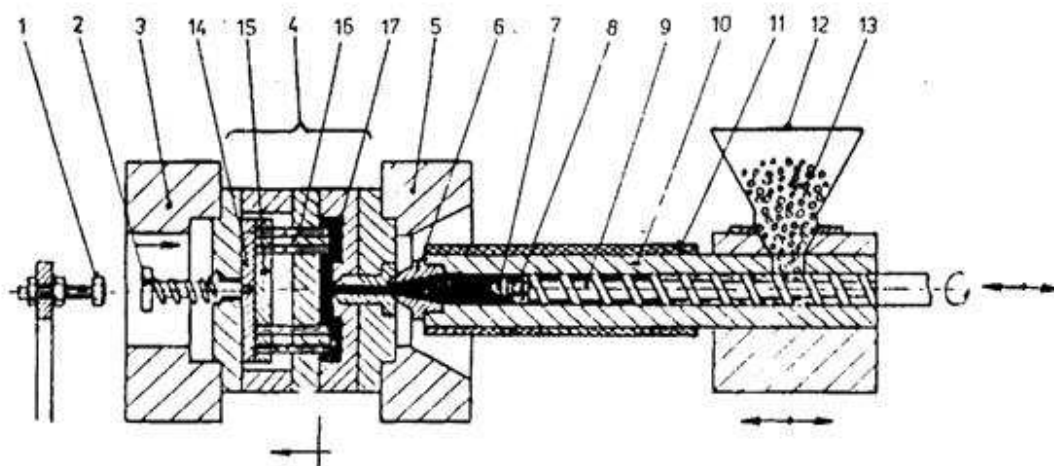


Obr. 5 Vstřikovací cyklus [2]





Obr. 6 Průběh vnitřního tlaku při v dutině formy během procesu vstřikování  
 $s_k$  – pohyb šneku,  $s_n$  – pohyb nástroje [2]



Obr. 7 Schéma vstřikovacího stroje se šnekovou plastikací [2]

(1 – doraz, 2 – tyč vyhazovače, 3, 5 – upínací desky, 4 – forma, 6 – vstřikovací tryska, 7 – špice šneku, 8 – zpětný uzávěr, 9 – šnek, 10 – tavící komora, 11 – topná tělesa, 12 – násypka, 13 – granule plastu, 14 – deska vyhazovačů, 15 – kotevní deska, 16 – vyhazovače, 17 – výstřík)

### 3 ZÁSADY KONSTRUOVÁNÍ VSTŘIKOVACÍCH FOREM

Vstřikovací forma je nástroj, který se upíná na vstřikovací stroj. V průběhu vstřikovacího cyklu je naplněna tekutým plastem. Po zchladnutí je zhotoven výstřik s požadovaným tvarem a funkčními vlastnostmi, které jsou dány použitým materiálem. Forma během své životnosti musí splňovat následující požadavky:

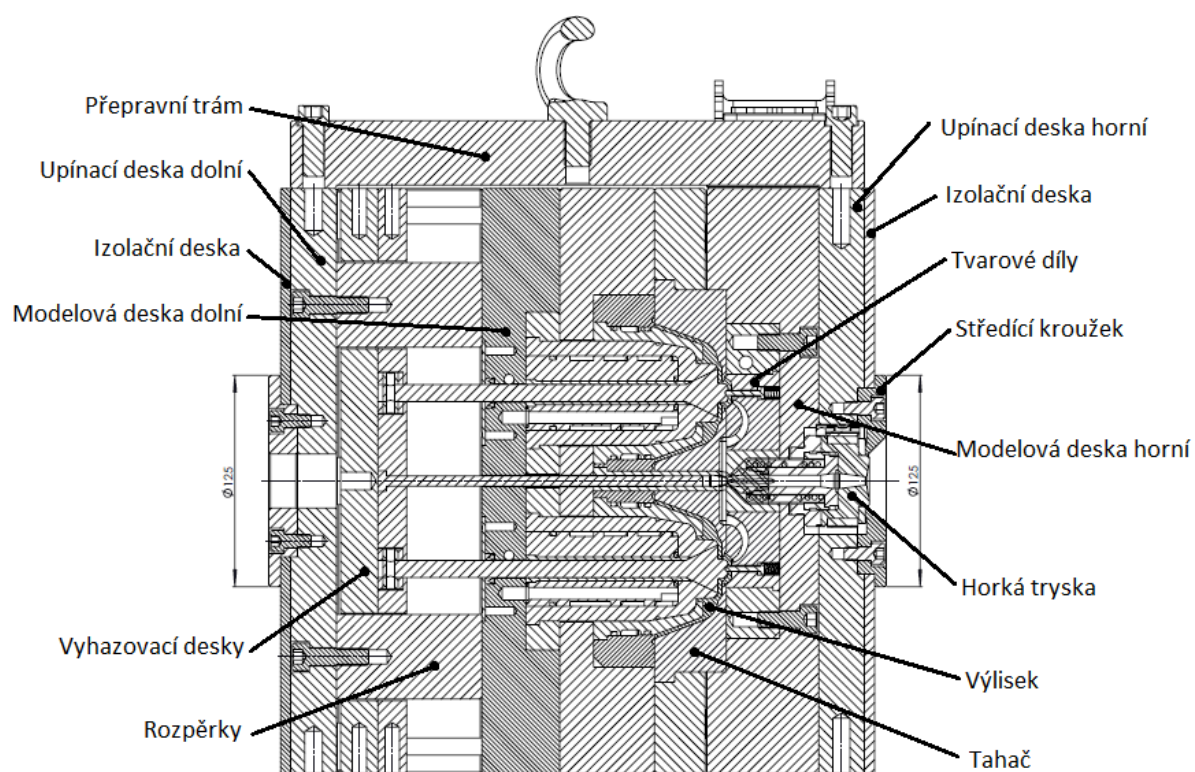
- Odolnost vůči vysokým tlakům
- Zajistit požadovaný rozměr a kvalitu výstřiku
- Snadné vyjmutí výstřiku
- Snadnou obsluhu a automatický provoz
- Co nejnižší pořizovací cenu
- Snadnou a rychlou výrobu
- Vysoké využití zpracovávaného plastu

Konstrukční řešení, uspořádání vstřikovací formy a také způsob výroby závisí na účelu a požadavcích, které má forma splňovat. Životnost formy je dána vhodnou volbou materiálu a tepelným zpracováním funkčních částí jako je tvárník, tvárnice, tahače atd. Materiál volíme především s ohledem na:

- Druh zpracovávaného plastu
- Použitou technologii
- Velikost výrobku a jeho složitost
- Velikost série
- Tepelné odolnosti a odolnosti proti opotřebení

Vstřikovací formy jsou konstrukčně rozmanité a lze je rozdělit do následujících skupin:

- podle násobnosti na jednonásobné a vícenásobné,
- podle způsobu zaformování a konstrukčního řešení na dvoudeskové, třideskové, etážové, čelistové, vytáček apod.,
- podle konstrukce vstřikovacího stroje na formy se vstřikem kolmo na dělicí rovinu a na formy se vstřikem do dělicí roviny. [4]



Obr. 8 Ukázka konstrukce vstřikovací formy – řez vstřikovací formou

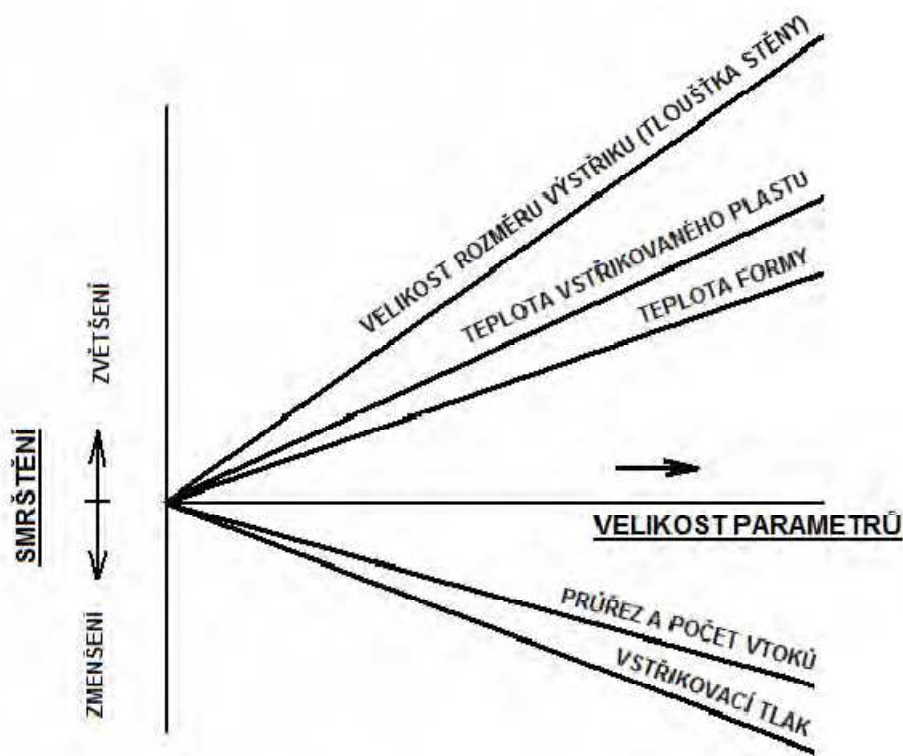
Vstřikovací forma se skládá z mnoha dílů. Jednotlivé díly lze jednoduše rozdělit do několika kategorií. Jsou to díly:

- vymežující tvarovou dutinu,
- temperovacího systému,
- vtokového systému,
- upínací a vodící elementy. [4]

### 3.1 Smrštění

Při uvádění velikost smrštění se uvažuje rozdíl mezi hotovou tvarovou dutinou a výslednými rozměry hotového výstřiku a udává se v procentech. Toto smrštění je ovlivněno několika faktory, jako je druh vstřikovaného plastu, tvar výstřiku, technologií vstřikování, tak i konstrukcí vstřikovacího nástroje (vstřikovací formy). Vliv těchto faktorů je znázorněn na obr. 9.

Při konstruování vstřikovací formy se musí k tomuto smrštění přihlídnout a ovlivňuje i jednotlivé části formy (tvarová dutina, vtoková soustava, temperance formy). Stanovení smrštění je značně obtížné, lze využít tabulek s již určeným smrštěním pro jednotlivé materiály. V dnešní době se již používá výpočetní technika, pro přesné určení smrštění konkrétního výrobku ve všech směrech, kdy velikost tohoto smrštění může být v jednotlivých směrech různá. [4]

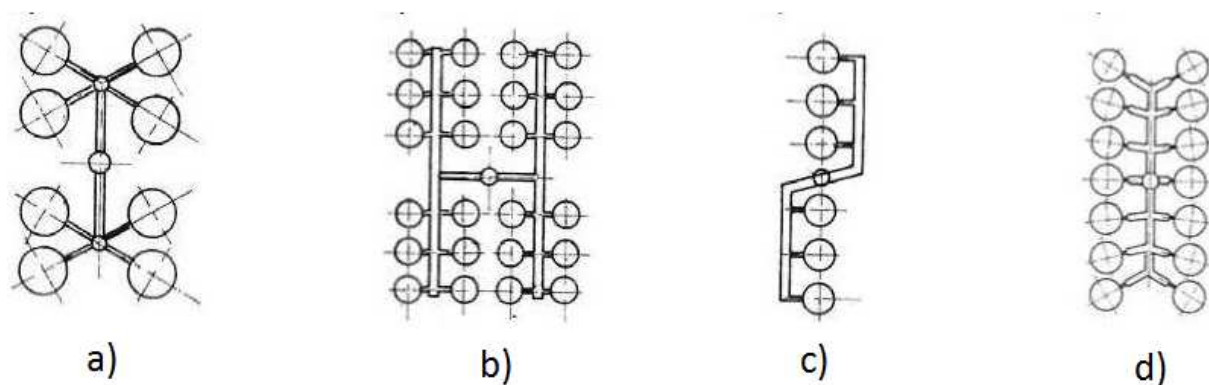


Obr. 9 Vliv činitelů na velikost smrštění [6]

### 3.2 Vtokový systém

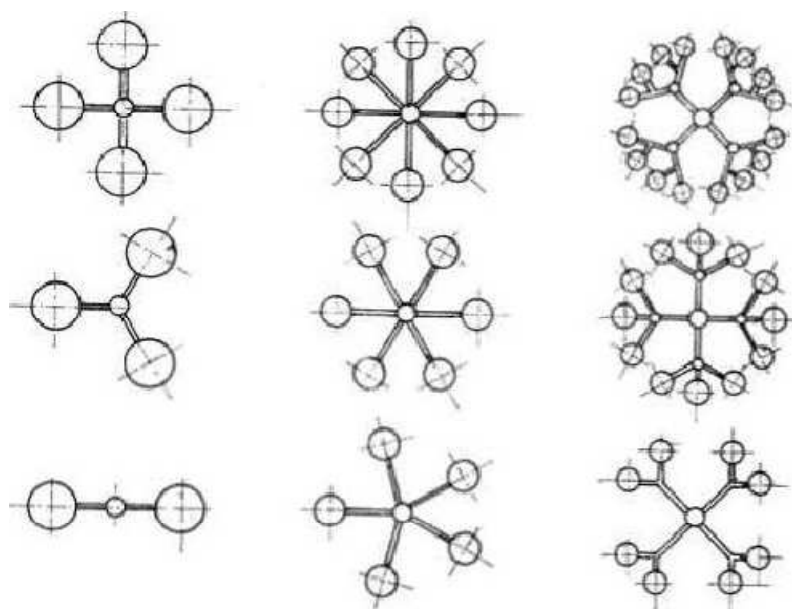
Jestliže hovoříme o vtokovém systému, máme na mysli systém kanálů a ústí vtoku. Tento systém má za úkol zajistit správné a úplné naplnění tvarové dutiny taveninou plastu. Toto je požadováno v co možná nejkratším čase a s minimálními odpory. Mezi další požadavky na tento systém patří snadné oddělení od výstřiku a snadné vyhození vtokového zbytku při rozevření vstřikovací formy. [4]

Při konstrukci vícenásobných forem, je třeba přihlížet k ekonomičnosti vstřikování a zároveň k zajištění správného plnění tvarových dutin vstřikovací formy. Na obr. 10 a obr. 11 je znázorněno vtokové uspořádání vícenásobných forem.



Obr. 10 Řadové uspořádání vtokové soustavy [6]

a) se stejnou délkou toku taveniny, b), c), d) s netejnou délkou toku taveniny



Obr. 11 Symetrické uspořádání vtokové soustavy (stejná délka toku taveniny) [6]

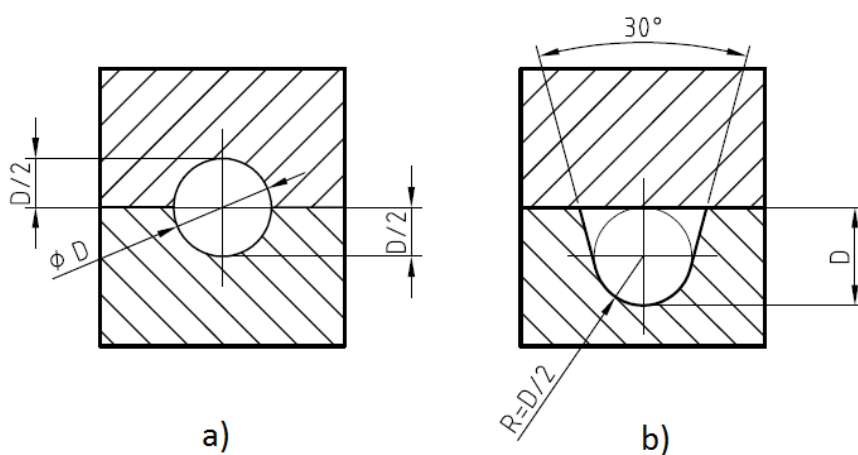
Jestliže budeme přihlížet k co možná nejideálnějšímu plnění tvarových dutin, zvolíme uspořádání symetrické. A to z důvodu zaplnění ve stejném čase a při stejném tlaku. Abychom docílili stejného efektu, při použití řadového uspořádání, museli bychom provést korekci ústí vtoku (změnit rozměry rozváděcích kanálů).

Používá se dvou vtokových systémů a to:

- studený vtokový systém – používá se pro jednoduché výstřiky a malé série
- horký vtokový systém – vhodný pro složitější výstřiky a hromadnou výrobu

### 3.2.1 Studený vtokový systém

Pokud tavenina protéká studeným vtokovým systémem, roste její viskozita na vnějším povrchu, dochází k tuhnutí materiálu. Takto ztuhlá povrchová vrstva tvoří tepelnou izolaci stále tekutému vnitřnímu proudu. Pokud dojde k zaplnění dutiny, vzroste vnitřní odpor a poklesne průtok. Odvodem tepla do stěn formy má za následek tuhnutí plastu v tvarové dutině a ve vtokové soustavě. Nejčastěji používané průřezy vtokových kanálů jsou znázorněny na obr. 12. Z výrobního hlediska je jednodušší výroba kuželového kanálu. [4]



Obr. 12 Nejčastější průřezy vtokových kanálů – a) kruhový průřez, b) kuželový průřez

Správně navržený vtokový systém musí zajistit:

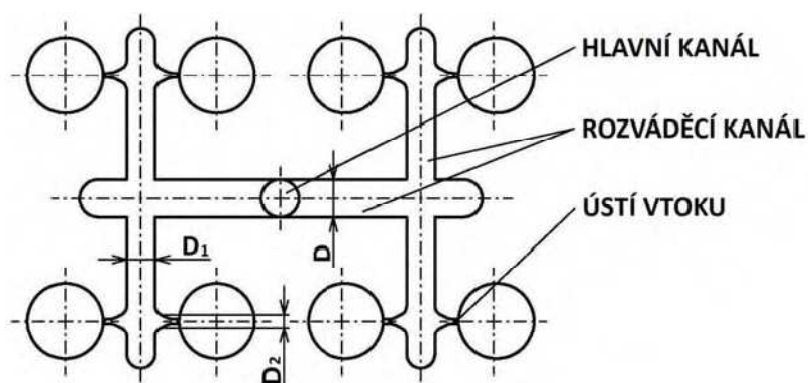
- dráhu toku od vstřikovacího stroje do dutiny formy co nejkratší
- nejlépe stejnou dráhu toku ke všem tvarovým dutinám – rovnoměrnost plnění
- dostatečný průřez vtokových kanálů – zachování plastického jádra, do úplného zaplnění dutiny

Vtokový systém se skládá ze tří částí, to je znázorněno na obr. 13.

**Hlavní vtokový kanál** – volně navazuje na trysku vstřikovacího stroje, má tvar kužele s rozšířeným ústím do rozváděcího kanálu, vtoková část bývá větší než průměr použité trysky.

**Rozváděcí kanál** – jeho průřez se volí nepatrně větší než ústí vtokového kanálu, v místě spojení je nutno vytvořit jímku chladného čela taveniny.

**Vtokové ústí** – je to zúžená část rozváděcího kanálu, tímto zúžením se zvýší teplota taveniny před vstupem do tvarové dutiny. [4]



Obr. 13 Složení studeného vtokového systému [6]

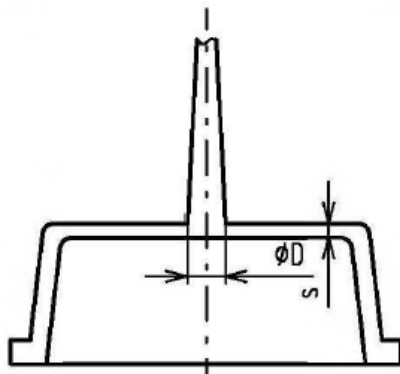
(D – velikost hlavního rozváděcího kanálu,  $D_1$ ,  $D_2$  – velikost vedlejšího rozváděcího kanálu) "

Tvar vtokového ústí se liší podle tvaru a velikosti vyráběného dílu. Dále jsou uvedena používaná vtoková ústí.



### Kuželový vtok

Tavenina je přiváděna do dutiny vtoku bez zúžení vtokového ústí. Toto řešení je většinou používáno pro jednonásobné formy symetrických výstřiků. Výhodou je velká účinnost dotlaku. Ovšem nevýhoda spočívá v jeho pracném odstranění.



Obr. 14 Plný kuželový vtok

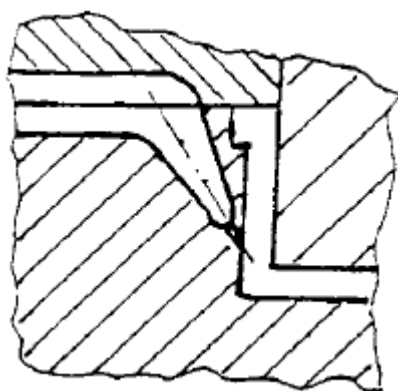
(D – průměr vtokového kanálu, s – tloušťka stěny) [6]

### Bodový vtok

Patří do skupiny zúžených vtoků. Většinou má kruhový průřez. Pokud se použije tento typ vtoku, je třeba použít třídeskový systém formy. Tento systém musíme použít k zajištění odtržení vtokového ústí, které proběhne dříve, než samotné otevření formy.

### Tunelový vtok

Jedná se o zvláštní případ bodového vtoku. U tohoto typu není nutný třídeskový systém, vtokový zbytek leží v jedné rovině s výstřikem. Vtokový zbytek se oddělí při otevření formy, nebo při vyhazování výstřiků. [4]

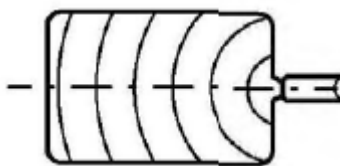


Obr. 15 Tunelový vtok [6]



## Boční vtok

Při odformování zůstává vtokový zbytek spojen s výstřikem. K oddělení dochází zvláštním odřezávacím zařízením, které je součástí vstřikovací formy. V běžné praxi se tento vtokový zbytek odděluje ručně ulamováním. [4]

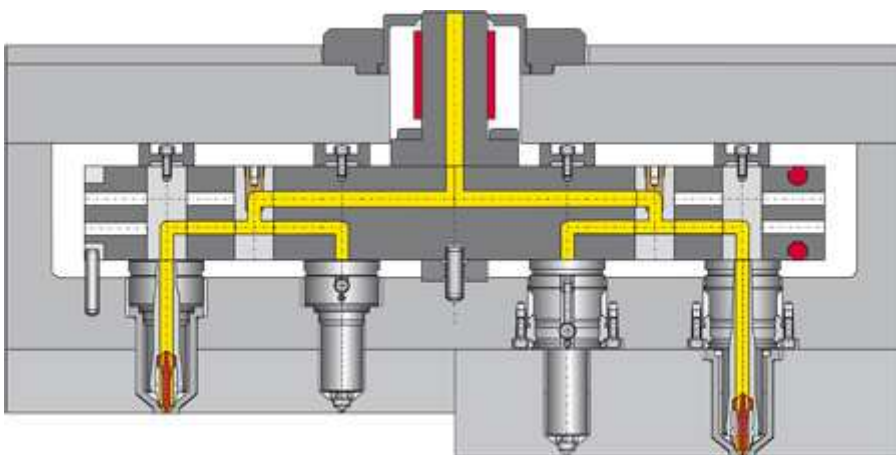


Obr. 16 Boční vtok ( $D$  – průměr vtokového kanálu,  $s$  – tloušťka stěny) [6]

### 3.2.2 Horký vtokový systém

Jedná se o vyhřívané vtokové soustavy, které se používají u forem pro velké série a hromadnou výrobu. Vyžaduje větší tuhost formy a s tím spojenou přesnost výroby. To vše má za následek vyšší cenu formy.

Pokud je horký systém použit u jednonásobné formy, je vstřikovací tryska zapojena přímo do vtokového ústí. U vícenásobných forem je vyhřívaná vtoková soustava tvořena vyhřívaným rozváděcím blokem s tryskami, které pak ústí přímo do dutiny formy. [4]



Obr. 17 Vyhřívaný vtokový systém [7]

### 3.3 Vyhazovací systém

Jelikož dochází při chladnutí (smrštění) k ulpívání výstřiku na tvarových částech formy, je nutné zabezpečit jeho bezpečné a dostatečné vyjmutí z tvarové dutiny. Toto má na starosti vyhazovací systém, který zajišťuje vyhození (vysunutí) výstřiku z dutiny tvárnice nebo tvárníku při otevření formy.

Vyhazovací systém pracuje ve dvou fázích:

- pohyb vpřed (vyhazovací fáze)
- pohyb vzad (návrat do původní polohy)

Aby byla zajištěna správná funkce vyhazovacího systému, musí mít výstřik hladký povrch a stěny s úkosem minimálně  $0,5^\circ$ . Podmínkou je rovnoměrné vysouvání výstřiku, aby se zabránilo přícení výstřiku a tím vzniku trvalých deformací nebo poškození. Tvar a rozložení vyhazovačů je velmi rozmanité, ve většině případů záleží na tvaru výstřiku.

#### 3.3.1 Mechanické vyhazování

Nejčastěji je vyhazování výstřiků z formy zajištěno mechanicky a to pomocí vyhazovacích kolíků, stíracích desek či kroužků. Ve většině případů se jednotlivé uvedené metody mohou kombinovat.

##### Vyhazovací kolíky – vyhazovače

- nejčastější a nejlevnější
- umísťují se proti ploše výstřiku
- obvykle válcové
- uložení H7/g6, H7/h6, H7/j6 [4]



Obr. 18 Vyhazovací kolíky [13]

### **3.3.2 Pneumatické vyhazování**

Nejvhodnější pro tenkostěnné výstřiky větších rozměrů ve tvaru nádob. Přivádí stlačený vzduch mezi výstřik a líc formy. Tímto se dosahuje rovnoměrného oddělení výstřiku od tvárníku. Jelikož chybí vyhazovače, nevzniká po nich ani žádná stopa.

### **3.3.3 Hydraulické vyhazování**

Hydraulický vyhazovač je vyroben jako samostatná uzavřená jednotka. Tato jednotka se poté umístí do předem připraveného prostoru. Nejčastěji se používá k ovládání mechanických vyhazovačů. Takže slouží k ovládání, nikoli k samotnému vyhození výstřiku. Důvodem je dynamičnost pohybu a větší pružnost. [4]

## **3.4 Temperační systém**

Hlavním úkolem temperace je udržet určitý pracovní režim vstřikovací formy. Snažíme se dosáhnout co možná nejkratšího pracovního cyklu vstřikování a zároveň dodržet technologické požadavky. Tohoto můžeme dosáhnout právě temperací formy, tedy ochlazováním popřípadě vyhříváním celé formy, nebo jen její části.

Během procesu vstřikování se do dutiny formy přivádí tavenina. Postupným chladnutím přechází teplo do formy a šíří se dál. Cyklus se stále opakuje a teplota formy stoupá. Temperačním systémem se teplo z formy odvádí.

Pokud ovšem zpracováváme určité plasty vyžadující vyšší teplotu formy, je třeba tepelné ztráty kompenzovat a formu naopak vyhřívát.

Z toho plyne, že temperace musí zajistit:

- rovnoměrnou teplotu tvarové dutiny
- odvod tepla z dutiny
- ekonomickou délku pracovního cyklu

Pro správnou volbu temperačního systému musíme dodržet:

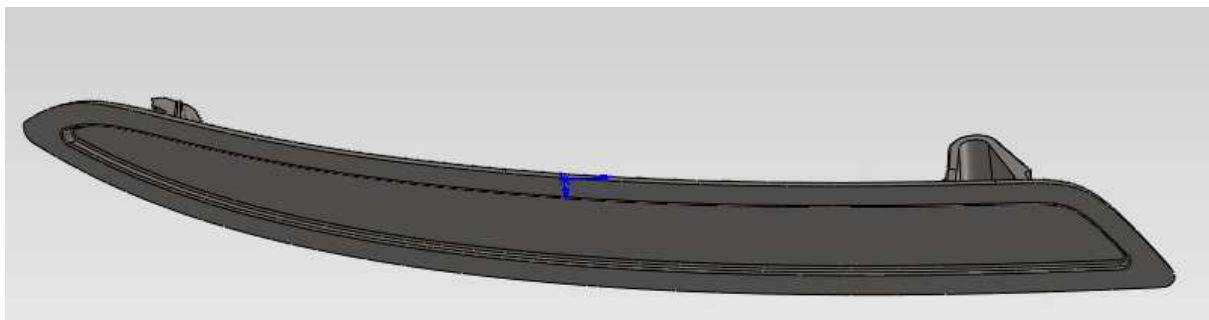
- kanály umístit blízko tvarové dutiny a místa vtoku taveniny do formy
- chladicí médium by mělo proudit od nejteplejšího místa k nejchladnějšímu
- průřez kanálů kruhový
- kanály musí procházet celistvým materiálem
- zabránit vzniku mrtvých koutů [4]

## 4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VSTŘIKOVACÍ FORMY

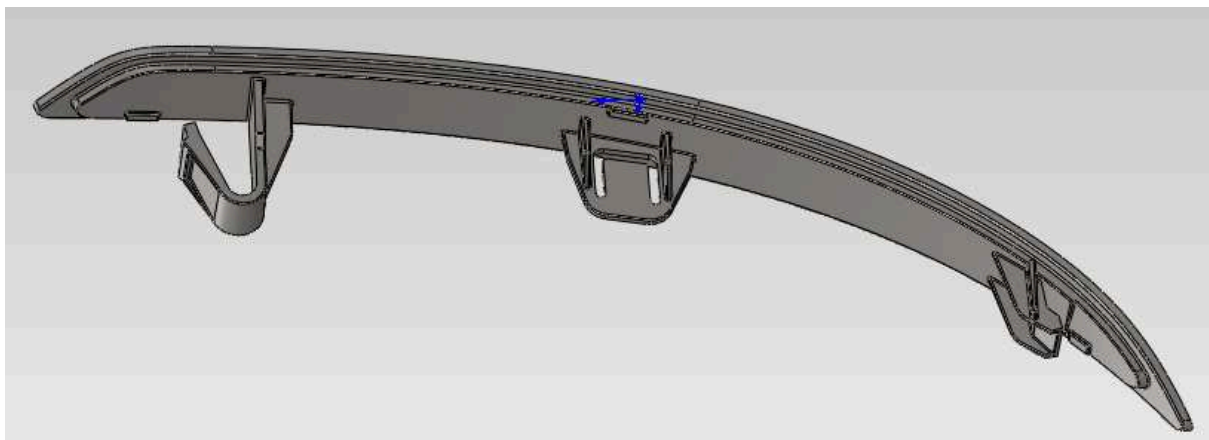
Úkolem je navrhnout pro konkrétní zadaný 3D model plastového dílu vstřikovací formu. Jako materiál výstřiku je použit PC+ABS. Vstřikovací forma bude provozována na vstřikovacím lise Arburg 470 C. Pro tento stroj jsou stanoveny určité parametry a tyto je potřeba při návrhu dodržet. Forma bude pracovat v automatickém provozu a předpokládaná životnost vstřikovací formy je stanovena na 1 000 000 pracovních zdvihů.

### 4.1 Výrobek

Díl bude sloužit jako podpěra/podpora (Housing) pro odrazové sklo na zadním nárazníku automobilu. Pro výrobek jsou důležité především úchytové prvky (elementy) v zadní části. Tyto prvky budou držet vlastní tělo dílce v požadované poloze. A právě pro tyto bude nutno vytvořit takovou konstrukci, která bude splňovat správné zaformování dílu. Díl není nutně brán jako vzhledový a právě toto se bude odrážet při výrobě tvarové dutiny, především jakosti tvarové dutiny. Hmotnost výstřiku dle dostupného 3D modelu je 17,8 g.



Obr. 19 Pohled zepředu – umístění dílu na nárazníku



Obr. 20 Pohled zezadu – jednotlivé úchytové prvky (elementy)

#### 4.1.1 Materiál výrobku

Materiál výrobku byl zadán jako termoplast PC+ABS - Blend. Jedná se o směs polykarbonátu a akrylonitrilbutadienstyrenu. Barva materiálu je černá. Ještě dříve, než se materiál, který je ve formě granulí může vstříknout do tvarové dutiny, je třeba jej patřičně připravit.

Granulát se suší při 80°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) po dobu cca 4 hodin, takto zpracovaný granulát je připraven k použití, v našem případě ke vstříknutí do tvarové dutiny, pomocí vstřikovacího lisu. Teplota vstřikování je 280°C.



Obr. 21 Granulát PC+ABS [8]

Tab. 1 Vlastnosti použitého materiálu – Příloha A

	Vlastnost	Jednotka	Hodnota	Hranice	Norma	Zkušební podmínky
1	Hustota	g/cm <sup>3</sup>	1,15	$\pm 0,05$	ISO 1183	
2	Prodloužení	%	$\geq 45$		ISO 527	50 mm/min
3	Vrubová houževnatost při 23°C (IZOD <sup>1)</sup> )	kJ/m <sup>2</sup>	$\geq 38$		ISO 180/1A	Vzorek D x Š x V [mm] 80 x 10 x 4
4	Tvarová stálost za tepla (1,8 MPa)	°C	$\geq 105$		ISO 75-2	1,8 MPa, A120
5	Tvarová stálost za tepla (Vicat <sup>2)</sup> )	°C	$\geq 128$		ISO 306	Methode B120
6	Objemový průtok MVR 260/5	cm <sup>3</sup> /10min	12	$\pm 4$	ISO 1133	260°C/5kg

<sup>1)</sup> Při zkoušce vrubové houževnatosti – IZOD – svislý vetknutý nosník je přeražen úderem rázového kladiva

<sup>2)</sup> Vicatův stupeň – rozumí se tím teplota, při které vnikne tyčinka kruhového průřezu 1mm<sup>2</sup> do hloubky 1 mm. Vnikání tyčinky do zkušebního tělesa se měří indikátorem. Odolnost za tepla podle Vicata se udává aritmetickým průměrem ze tří naměřených hodnot.

## 4.2 Vstřikovací stroj

Vstřikovací forma bude provozována na vstřikovacím stroji značky Arburg, konkrétně na typu Allrounder 470 C (1500 – 400).

Vstřikovací stroj patří k vybavení lisovny, pro kterou je forma určena. Při návrhu velikosti rámu, je třeba přihlídnout k těmto parametrům a volit takový rám, který splňuje zadané požadavky jako např. maximální výšku formy a dodržení rozměru mezi sloupky.

Parametry stroje Allrounder 470 C [10]:

• Maximální uzavírací síla	1500 [kN]
• Vzdálenost mezi sloupky	470x470 [mm]
• Maximální otevření formy	650 [mm]
• Minimální výška formy	250 [mm]
• Maximální hmotnost pohyblivé části formy	1250 [kg]
• Maximální vyhazovací síla	66 [kN]
• Maximální zdvih vyhazovače	225 [mm]
• Hmotnost stroje bez provozních náplní	6950 [kg]

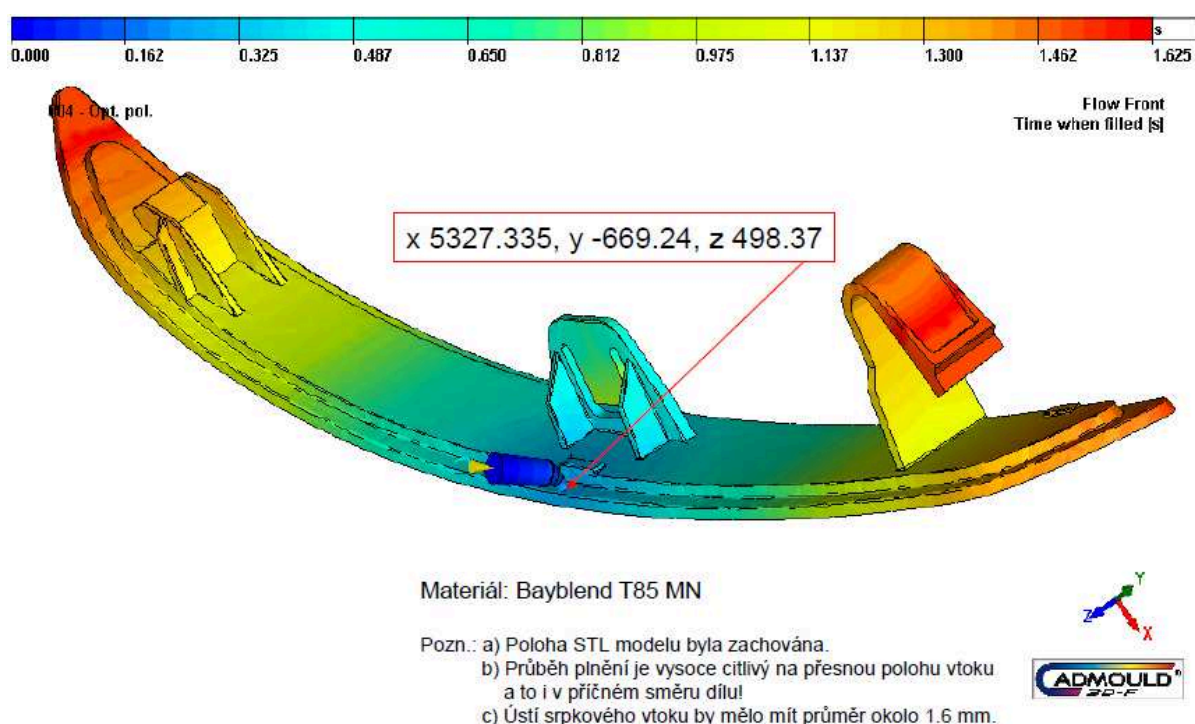


Obr. 22 Vstřikovací stroj Arburg Allrounder 470 C [10]

### 4.3 Umístění vtoku

Umístění vtoku je velmi důležité k vytvoření výstřiku bez zjevných vad i vad vnitřní struktury. Dále je důležité umístění vtoku tak, aby bylo dosaženo rovnoměrného plnění tvarové dutiny roztaveným materiálem a následné zatuhnutí v tvarové dutině.

Jak bylo řečeno, umístění vtokového místa může ovlivnit kvalitu výstřiku. Proto se tomuto problému věnuje nemalá pozornost. Na žádost zákazníka byla zadána specialistovi na tuto problematiku žádost pro vytvoření optimalizace umístění vtoku. Pomocí výpočetní techniky a speciálního softwaru byla vytvořena analýza umístění vtoku (obr. 23).



Obr. 23 Analýza optimalizace umístění vtoku

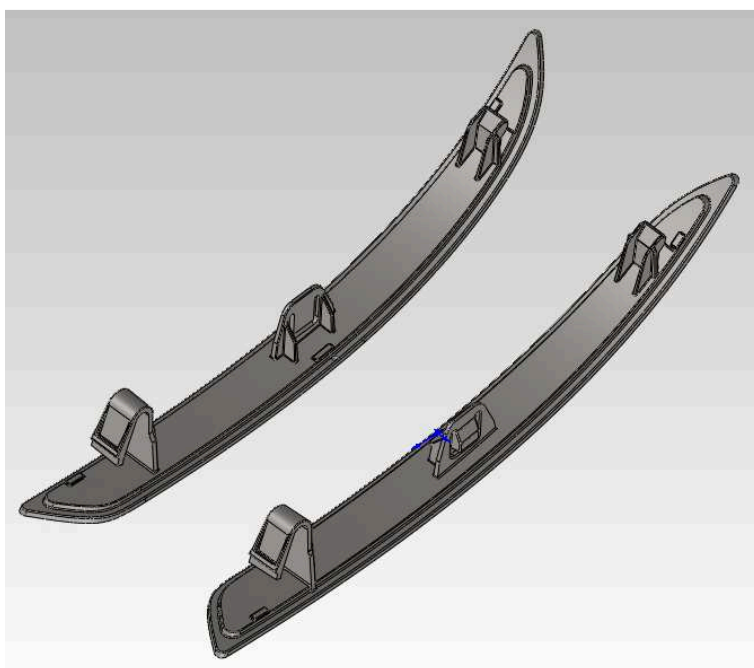


#### 4.4 Násobnost formy

Jelikož se jedná o díl, který se má vyrábět i jako zrcadlová verze s označením RH (right housing) a bude pro něj vyráběna i dutina vstřikovacího nástroje. Proto je volena vstřikovací forma jako dvojnásobná. To znamená, že na jeden pracovní zdvih (vstřikovací cyklus) dojde k vytvoření dvou výstřiků. Jeden díl bude jako levý a druhý jako pravý.



Obr. 24 Levý a pravý díl – pohled shora



Obr. 25 Levý a pravý díl – pohled zespodu

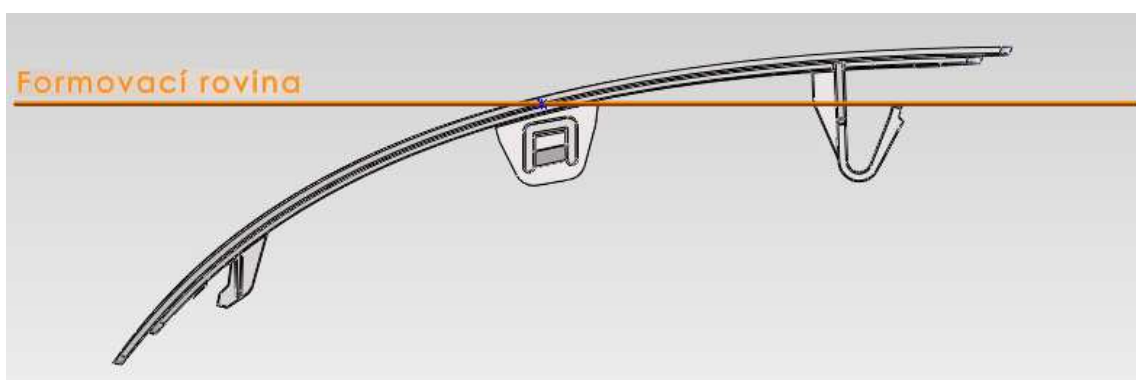


## 4.5 Volba formovací roviny

Hledáme takovou rovinu, která bude zaručovat snadné a bezpečné (vzhledem k výrobku) vyjmutí z tvarové dutiny. Abychom našli tuto rovinu, použijeme analýzu úkosů.

Pro snadné vyjmutí/vyhození výstřiku z formy je vhodné, aby všechny plochy svírali s nalezenou rovinou minimálně  $0,5^\circ$ . Pokud by toto nebylo splněno, mohlo by docházet ke špatnému vyjímání z tvarové dutiny a v nejhorším případě by došlo k znehodnocení vyráběného dílu.

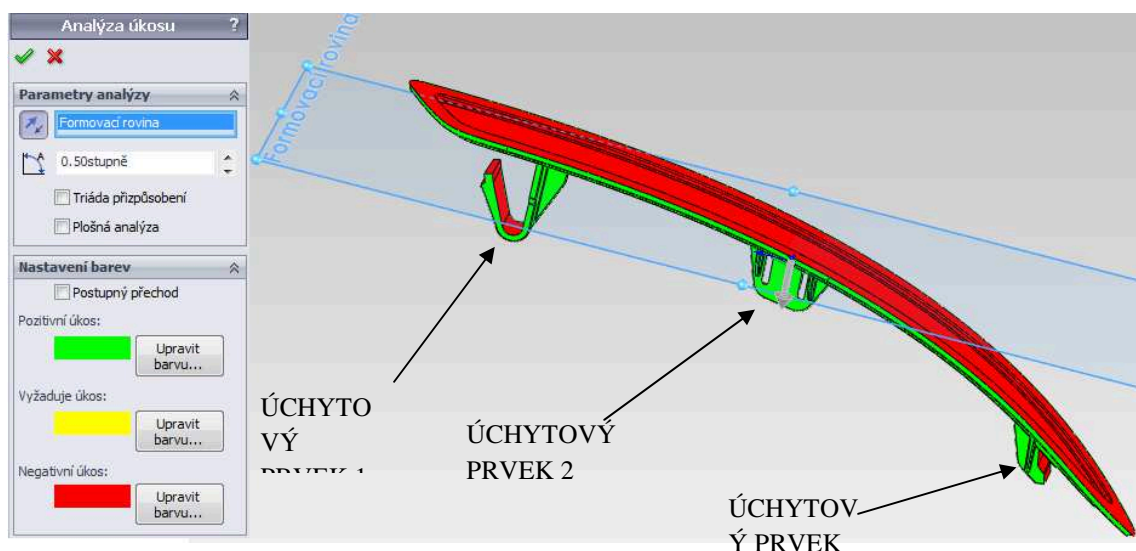
Tohoto se můžeme vyvarovat vhodnou volbou formovací roviny. V našem případě budeme řešit správné zaformování úchytových prvků, které by nebránilo vyjmutí z formy.



Obr. 26 Boční pohled na zvolenou formovací rovinu

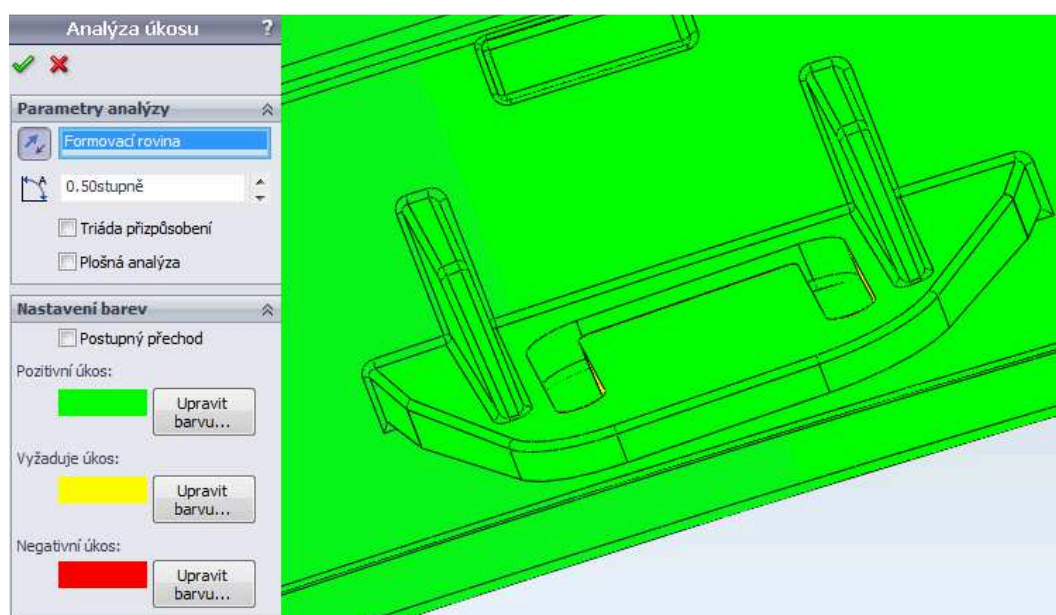
Analýzou jsme si ověřili, zda zvolená rovina splňuje požadavky s již zmíněnou podmínkou, aby všechny plochy v kolmém směru svírali s nalezenou rovinou minimálně  $0,5^\circ$ . Z vytvořené analýzy je patrné, které plochy svírají pozitivní (kladný) úhel a které negativní (záporný).

Pokud by se objevily plochy, které by nevyhovovaly podmínce zaformování a vyžadovaly by úkos. Bylo by nutné upravit model. To by ovšem vedlo ke změně tvaru a je otázkou jaký by to mělo dopad na funkčnost výrobku.



Obr. 27 Analýza úkosů

Pro kontrolu ještě ověříme, zda podmínku splňují i kritická místa výrobku. A to všechny tři úchytové prvky. Z analýzy je patrné, že podmínku snadného vyjmutí z tvarové dutiny splňují. Následné zaformování bude provedeno pomocí tahačů. Tyto tahače vytvoří požadovaný tvar úchytových prvků.



Obr. 28 Analýza úkosu úchytového prvku

## 4.6 Volba rámu formy

Hlavní zásadou je použití normalizovaných dílů, které se vyrábějí v určitých rozměrových skupinách. V našem případě volíme, dodavatele těchto normalizovaných dílu Cecho (FCPK Bytów Polsko dceřiná společnost americké firmy SUPERIOR). Z katalogu rámových dílu bude sestaven rám formy, tak aby splňoval požadované rozměrové vlastnosti.

Při návrhu dílů, ze kterých se bude vstřikovací forma skládat, je nutné zohlednit maximální přípustnou velikost formy (podmínka konstrukce).

Podmínky při volbě rámu:

- velikost a tvar výrobku
- násobnost formy
- potřebný vyhazovací zdvih
- velikost horké trysky

### 4.6.1 Hlavní části formy

Z katalogu CECHO – Příloha B – jsou zvoleny hlavní části formy. Tyto budou dále upraveny, tak aby splňovali výkresovou dokumentaci. Desky tvárnice a tvárníku byly objednány zvlášť, kvůli nestandardní velikosti (výška desky). Rám formy byl doplněn o rozpěrné válce, z důvodu větší tuhosti formy. Materiál tvárnice a tvárníku je 1.2343 zakalen na 48 HRC. Materiál zbytku formy je 1.1730, izolační desky jsou z materiálu s obchodním označením Glashterm ®. Celkové rozměry formy jsou 396 x 496 x 412.

Desky z katalogu CECHO:

- Upínací deska pravá PK21/396 x 496 x 36/1.1730
- Rozpěrná deska PK05/62 x 496 x 86/1.1730
- Upínací deska levá PK21/396 x 496 x 36/1.1730
- Deska vyhazovací opěrná PK06/268 x 496 x 22/1.1730
- Deska vyhazovací kotevní PK07A/268 x 496 x 27/1.1730

Rozměry tvárnice a tvárníku:

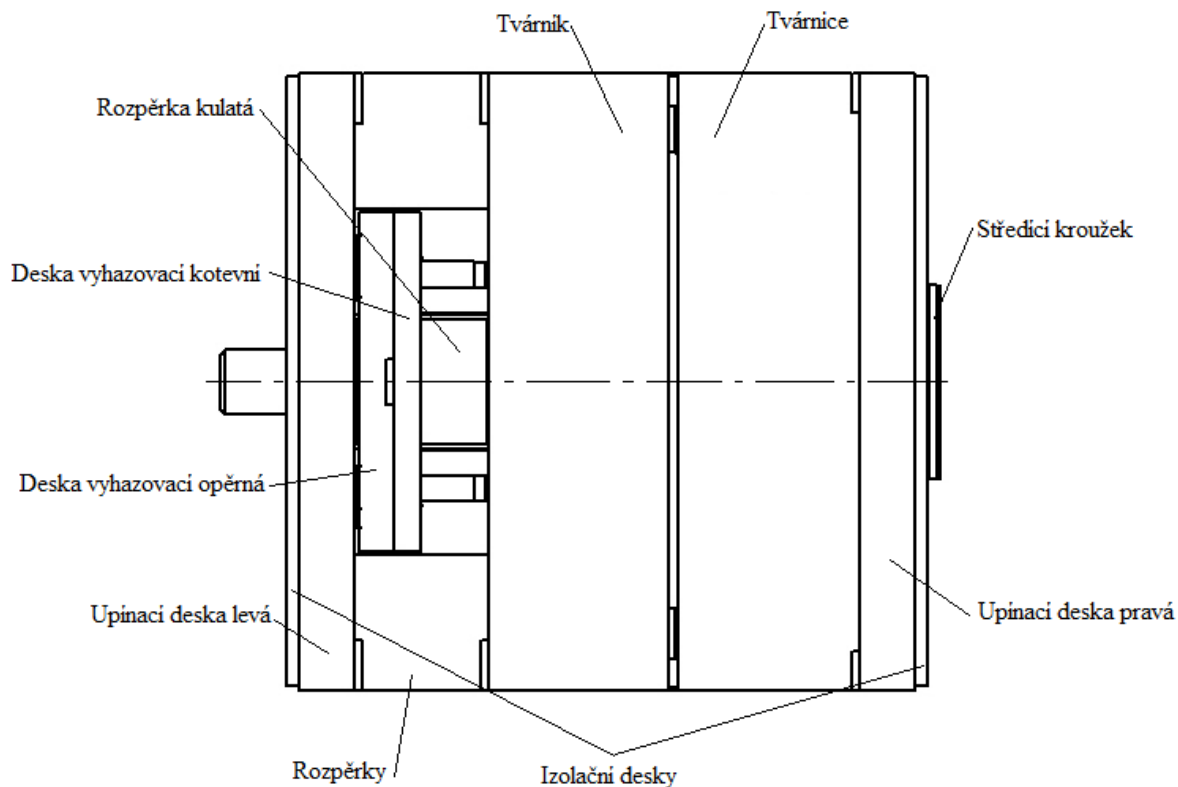
- Tvárnice 396 x 496 x 180/1.2343
- Tvárník 396 x 496 x 181/1.2343

Vyráběné díly:

- Středící kroužek D125 x 24/11 600
- Rozpěrka kulatá D80 x 86/1.1730

Izolační desky:

- Izolační deska pravá 391 x 491 x 8/Glastherm HT200
- Izolační deska levá 391 x 491 x 8/Glastherm HT200



Obr. 29 Rám formy

#### 4.6.2 Vodicí prvky formy

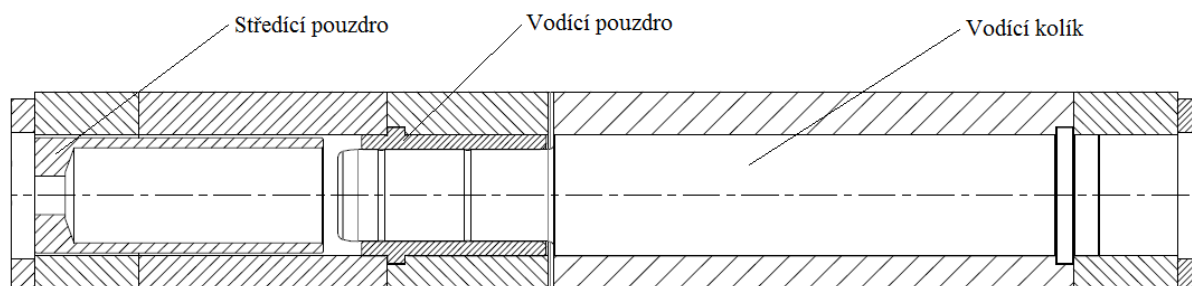
Slouží k vedení pohyblivé strany formy při otevření a opětovnému uzavření formy. Další vodicí prvky jsou potřeba k vedení vyhazovacích desek, které mají za úkol vyhození výstříku z formy. Tyto vodicí prvky jsou voleny, z katalogu CECHO – Příloha C, Příloha D.

Vedení pohyblivé strany formy:

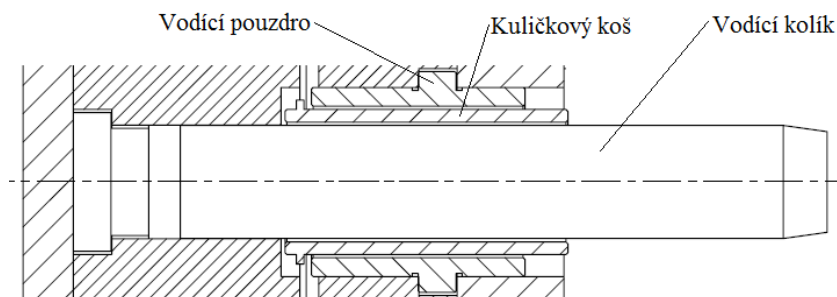
- Vodicí kolík SLE – 30116075, 32116075
- Vodicí pouzdro TPE – 30116, 32116
- Středící pouzdro TUE - 42100

Vedení vyhazovacích desek:

- Vodicí kolík SPW – 18120
- Kuličkový koš KKW – 1845
- Vodicí pouzdro TKW – 1823



Obr. 30 Vedení pohyblivé části formy

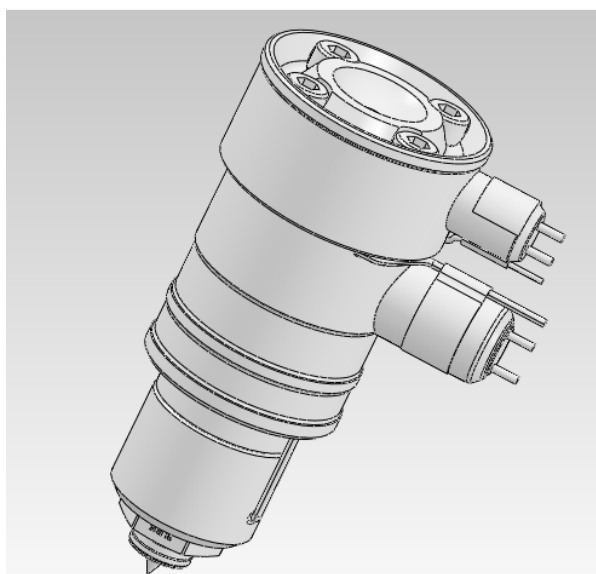


Obr. 31 Vedení vyhazovacích desek

#### 4.7 Vstřikovací tryska

Aby byla zajištěna správná teplota vstřikované taveniny, byla zvolena vyhřívaná tryska. Tato tryska bude zapojena do systému vstřikovacího stroje a tímto bude zajištěno řízení teploty taveniny.

Vstřikovací tryska byla zvolena od výrobce Synventive, kde je k dostání i 3D model zvolené trysky. [11]



Obr. 32 Vyhřívaná vstřikovací tryska

## 4.8 Tvarová dutina

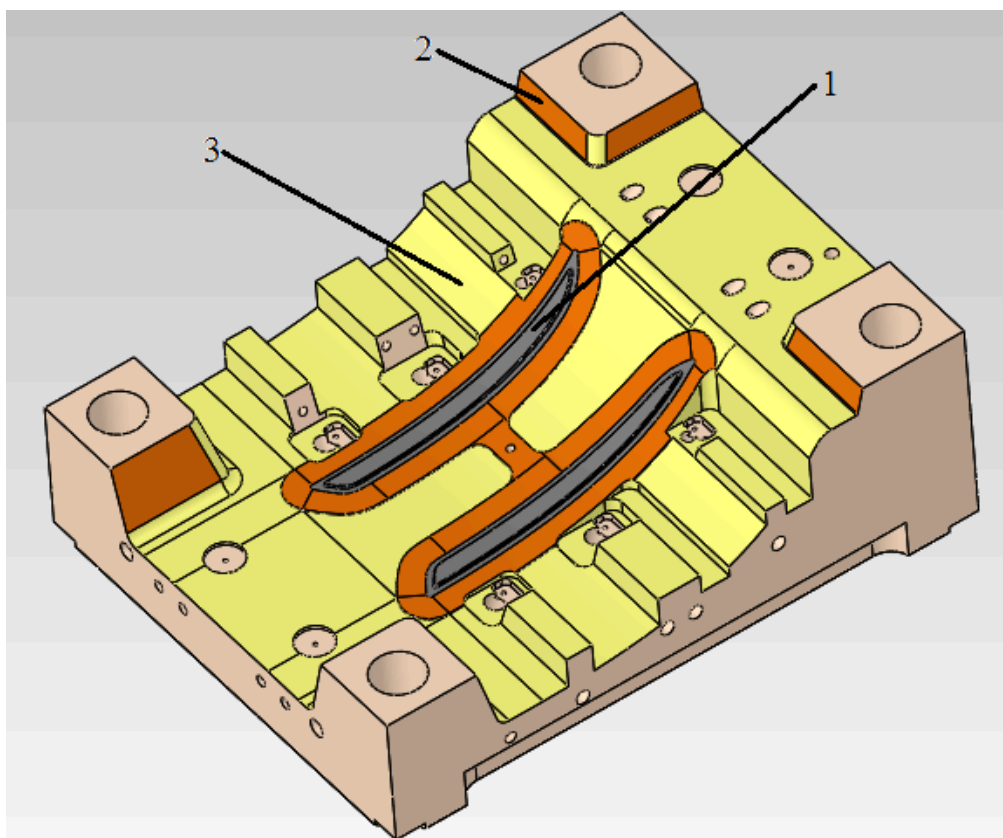
Deska tvárníku a tvárnice bude vymezovat tvarovou dutinu a tím definovat tvar vyráběného dílu. Aby bylo zajištěno správné vyjmutí z vytvořené tvarové dutiny, je třeba do konstrukce zahrnout tahače.

### 4.8.1 Tvárnice

Díl tvárnice bude umístěn na pevné straně vstřikovacího stroje a bude zde umístěna vstřikovací tryska. Dále zde budou umístěny vodící kolíky.

Na obrázku jsou znázorněny důležité plochy, které jsou barevně odlišeny. Tvarová plocha bude sloužit k vytvoření výstřiku. Dosedací plochy jsou důležité ke správnému uzavření formy a těsnosti.

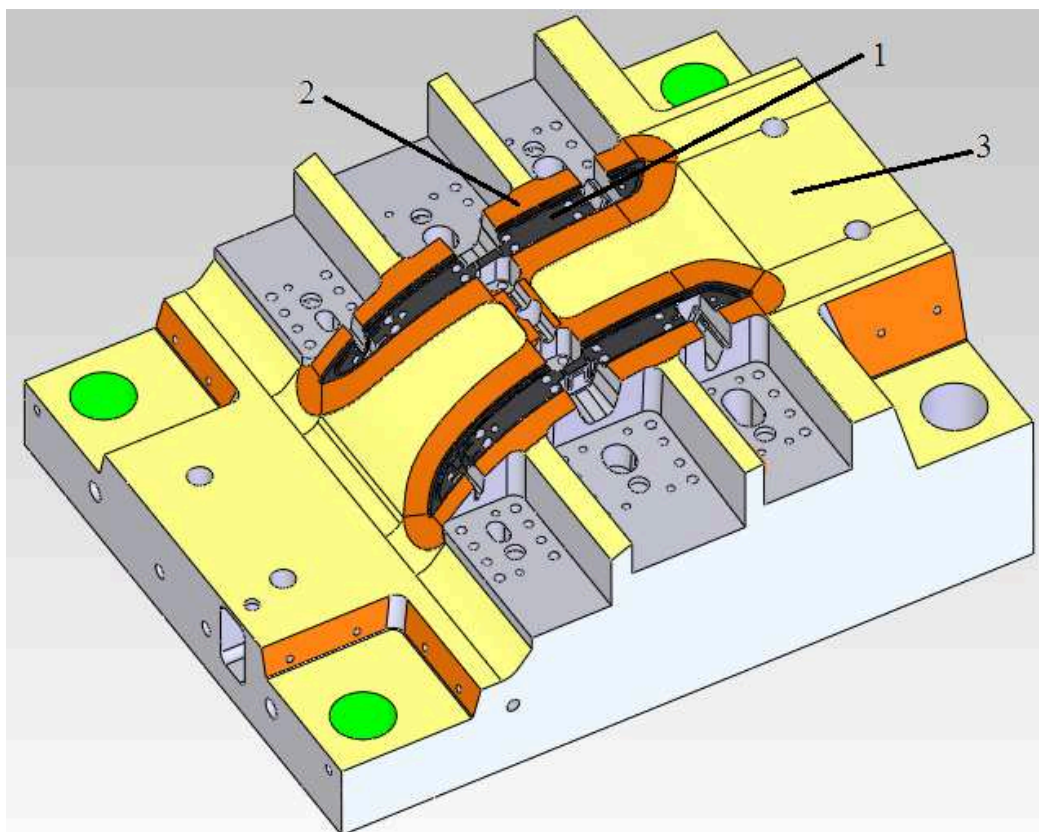
Protikus tvárnice se nazývá tvárník a bude dosedat svými plochami právě na dosedací plochy tvárnice.



Obr. 33 Tvárnice  
(1 – tvarová plocha, 2 – dosedací plocha, 3 – odlehčení)

#### 4.8.2 Tvárník

Tvárník tvoří další důležitou část pro vytvoření tvarové dutiny. Zde budou umístěny jednotlivé tahače, které jsou podstatné pro správné odformování úchytových prvků. Tvárníkem budou procházet vyhazovače sloužící k vyhození výstřiků z formy. Dále je pak v tomto dílu umístěn vtokový systém. Na obrázku níže jsou opět barevně odlišeny jednotlivé důležité plochy.



Obr. 34 Tvárník

(1 – tvarová plocha, 2 – dosedací plocha, 3 – odlehčení)

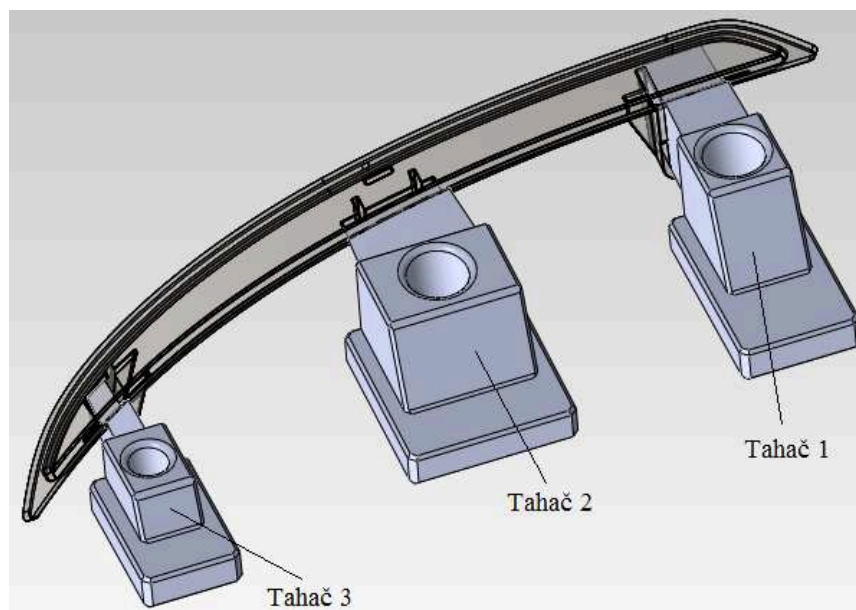
#### 4.8.3 Tahače

Jelikož se budou tahače pohybovat po tvárníku a zaručovat tak uzavření tvarové dutiny, budou vyrobeny z odlišného materiálu (1.2344) a zakaleny na vyšší tvrdost než je samotný tvárník.

V okamžiku otevření formy, dochází zároveň k pohybu tahačů a ty uvolní úchytové prvky, tímto zaručí možnost vyhození výstřiku z formy. Při opětovném zavření formy se tahače vrací do výchozí polohy.

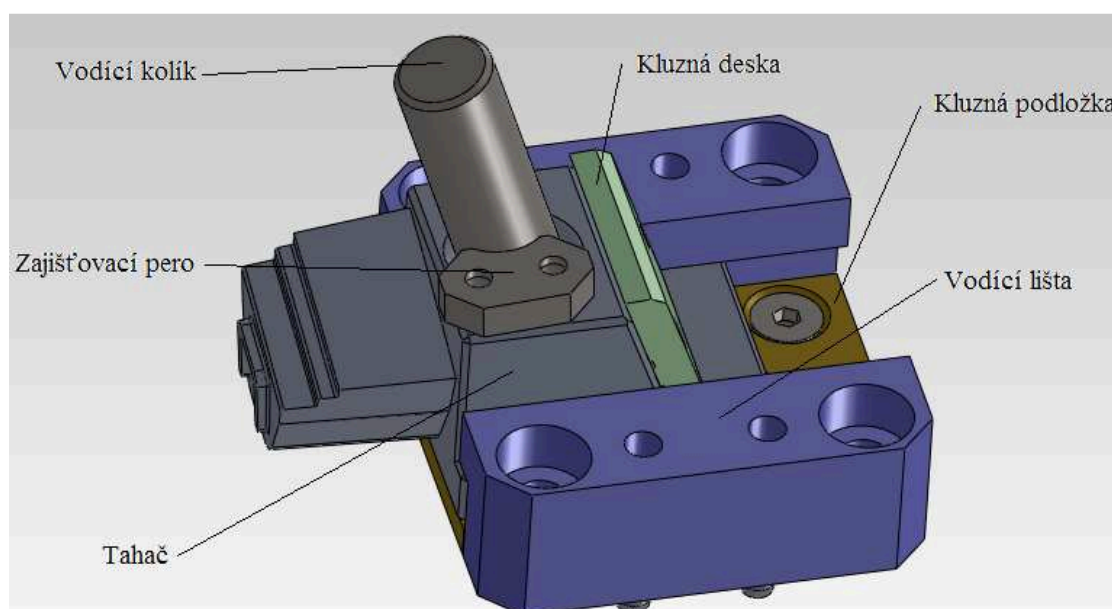
Jednotlivé tahače jsou na obr. 35 a na obr. 36 je znázorněn tahač i s příslušenstvím, které zaručuje jeho správnou funkci.





Obr. 35 Tahače potřebné k zaformování úchytových prvků

Tahač se pohybuje po dráze vymezené vodící lištou a kluznou podložkou, které jsou umístěny ve tvárníku. Samotný pohyb zaručuje vodící kolík zajištěný perem a kluzná podložka, která dosedá na tělo tahače. Jak vodící kolík, tak kluzná deska se zajišťovacím perem jsou uloženy v tvárnici.



Obr. 36 Sestava tahače

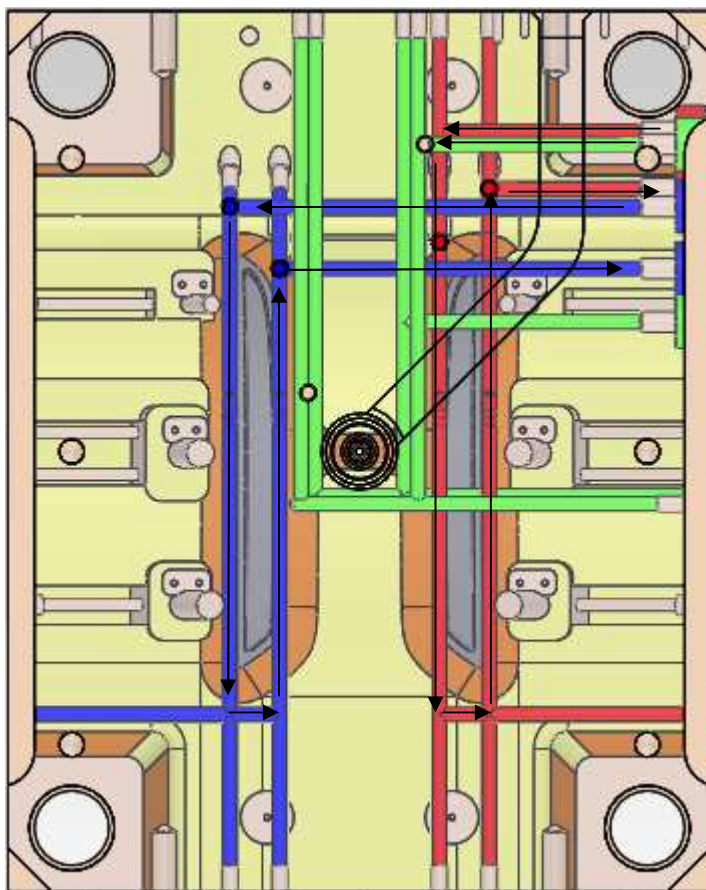


## 4.9 Temperační systém

V důsledku vstříknutí roztavené taveniny o teplotě 280°C dochází k zahřívání formy. Aby bylo zaručeno dostatečně rychlé chladnutí výstřiku, je třeba formu chladit. Pracovním médiem bude tlaková voda. Správnou dobou a intenzitou chladnutí vstřikovaného materiálu, je zaručeno požadovaných vlastností výstřiku bez nežádoucích vad vnitřní struktury.

### 4.9.1 Temperace tvárnice

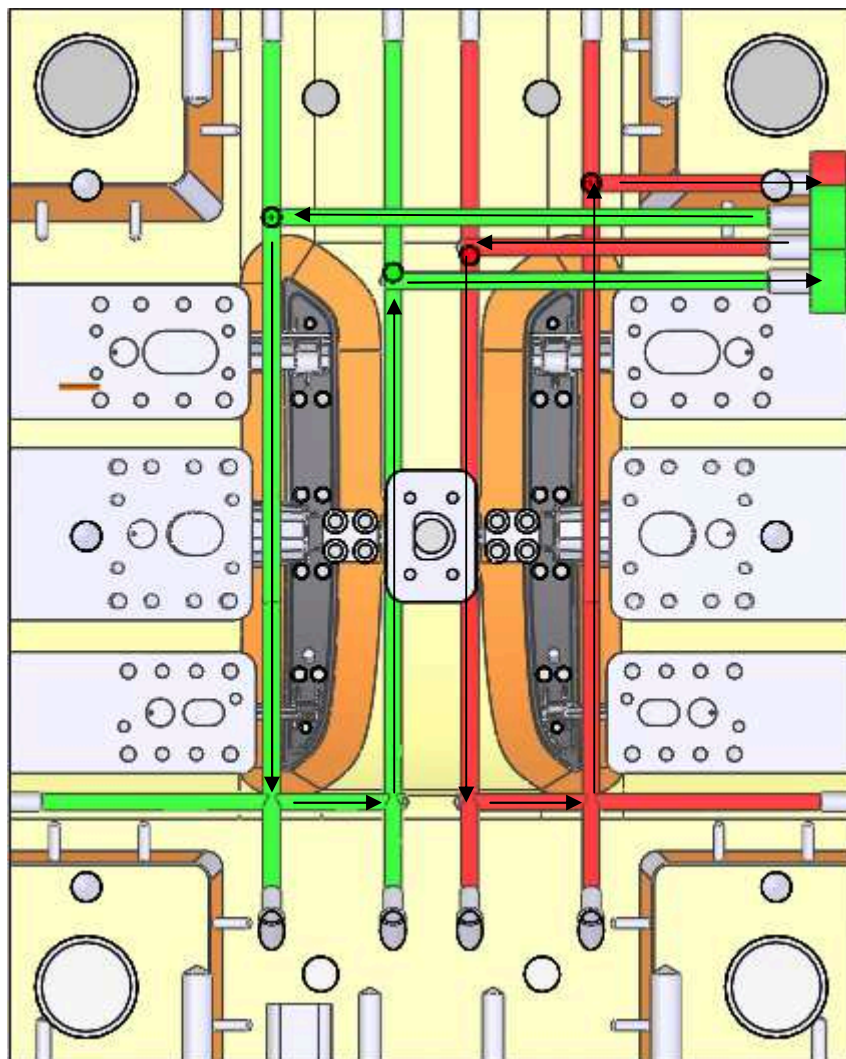
Jelikož je ve tvárnici umístěna vstřikovací tryska je třeba nejen chladit prostor kolem tvarové dutiny, ale i prostor kolem trysky. Chladicí okruhy jsou zde tedy tři, a to dva samostatné okruhy kolem tvarové dutiny a jeden samostatný kolem vstřikovací trysky. Průměr chladících otvorů je 8 mm. Ukončení vstupů a výstupů je opatřeno závitem M10x1.



Obr. 37 Chladicí okruhy tvárnice  
(modrá a červená – okruhy kolem tvarové dutiny, zelená – okruh pro chlazení trysky)

#### 4.9.2 Temperace tvárníku

Tak jak tvárnice i tvárník bude chlazen. Chladicí systém tvárníku bude tvořen dvěma samostatnými okruhy, které budou chladit okolí tvarové dutiny. Průměr chladících kanálů je také 8 mm a vstupy a výstupy jsou ukončeny závitem M10x1, později na tento závit bude upevněna rychlospojka pro připojení tlakové vody.



Obr. 38 Chladicí okruhy tvárníku

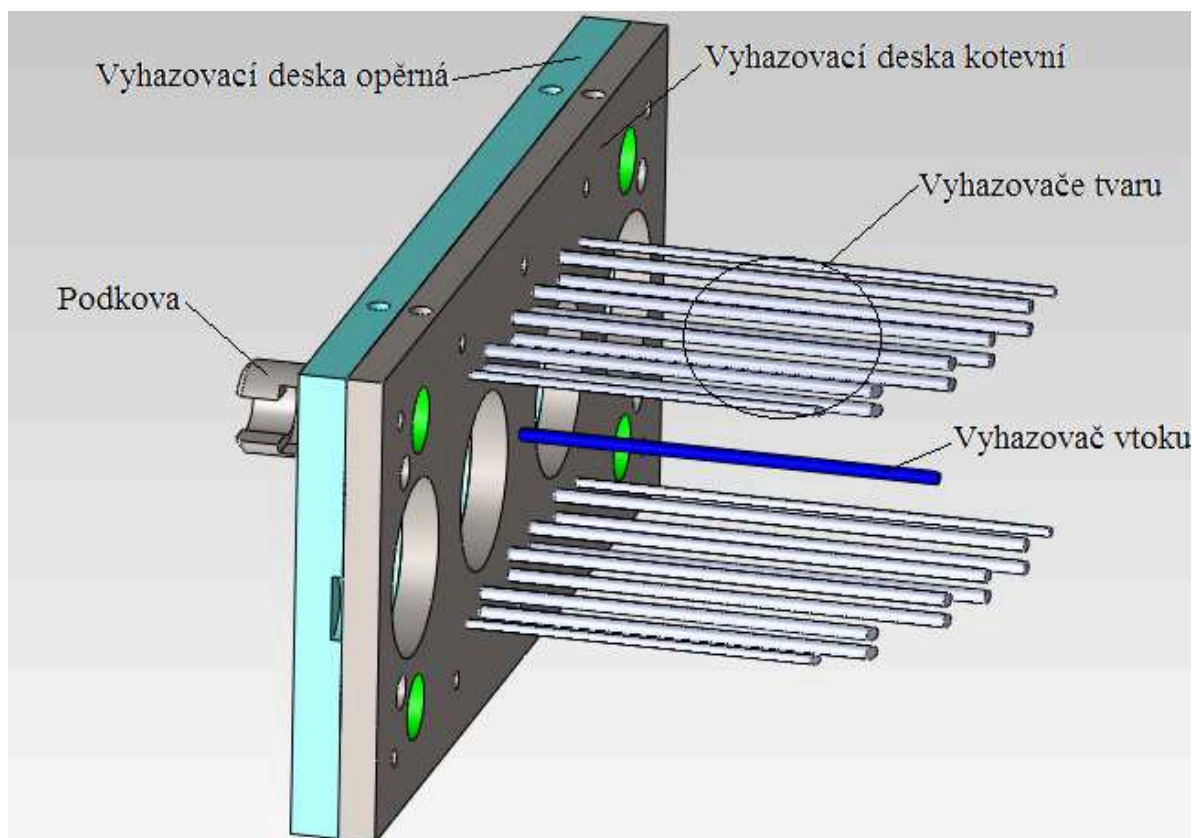
#### 4.10 Vyhazovací systém

Tento systém slouží k vyhození/vysunutí vyráběného dílu z tvarové dutiny formy poté co je výstřík ztuhlý a forma rozevřená. Typ vyhazovačů byl proveden, výběrem z katalogu normálií CECHO. Bylo použito 10 vyhazovačů pro jeden tvar, dále pak vyhazovač pro vyhození vtokového zbytku. Materiál vyhazovačů je 1.2210 s tvrdostí  $60\pm 2$  HRC. Samotné vyhazovače jsou dále upraveny na správnou délku a na hlavě vyhazovače je zhotovena ploška, která slouží k ustavení vyhazovače do požadované polohy. Rovnoměrné rozmístění vyhazovačů, zaručuje šetrné vyhození výstříku z tvarové dutiny.

Vyhazovače jsou upevněny ve vyhazovací desce upínací a zajištěny vyhazovací deskou kotevní. Samotný pohyb vyhazovacích desek je zajištěn automaticky připojením vyhazovacího táhla vstřikovacím stroje do systému „podkova“.

Typy vyhazovačů – Příloha E:

- 2 vyhazovače - WH040200
- 2 vyhazovače - WH040250
- 4 vyhazovače - WH060200
- 13 vyhazovačů – WH060250



Obr. 39 Vyhazovací systém

## 4.11 Převravní systém

Aby bylo zajištěno bezpečné manipulace se vstřikovací formou, bude forma opatřena přepravními prvky. Podmínkou je aby bylo možno přepravovat formu jak složenou, tak i samostatně pevnou a pohyblivou část formy zvlášť. To bude zajištěno přepravními trámky a manipulačním okem. Hmotnost celé formy je 560 kg, pevná část váží 220 kg a pohyblivá tedy 340 kg. Pomocí softwaru byla nalezena jednotlivá těžiště, do kterých se umístili závity pro manipulační oka – šroubovací body.

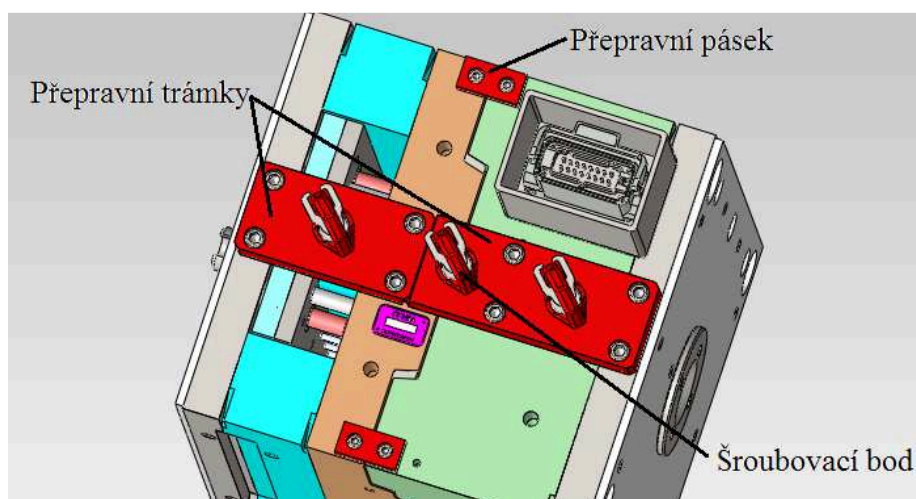
Výběr šroubovacího bodu – Příloha F – VRS-F M16:

- Závit M16 x 2,0
- Délka závitu 24 mm
- Základní nosnost 1,5 t



Obr. 40 Šroubovací bod [12]

Zajištění proti samovolnému otevření formy během manipulace s ní, je provedeno pomocí přepravního pásu. Ten zajišťuje polohu a zabraňuje rozevření formy.



Obr. 41 Řešení přepravního systému

## 5. ZÁKLADNÍ VÝPOČET FORMY

Ve výpočtové části budou provedeny základní výpočty vstřikovací formy. Konkrétně bude řešeno bezpečné uzavření formy, proti kterému tlačí vstřikovaný materiál. Dále bude řešena plocha rozpěrných prvků, které jsou namáhány na otláčení. Na závěr bude řešen šroubovací bod, pokud by byl nahrazen manipulačním okem z materiálu s nižší pevností, než je stávající materiál.

### 5.1 Kontrola proti rozevření formy během vstřikování

Jestliže dochází ke vstříknutí tekutého plastu určitým tlakem do tvarové dutiny. Má tavenina snahu rozevřít formu v dělicí rovině. Proti této síle působí uzavírací síla vstřikovacího stroje a ta musí být větší. Aby byla forma spolehlivě uzavřena, počítá se s 80 % uzavírací síly.

#### Kontrola proti rozevření

$$F_p = S_p \cdot p_v \leq 0,8 \cdot Q_n \text{ [N]} \quad (5.1)$$

$$F_p = 0,0117 \cdot 6 \cdot 10^7 \leq 0,8 \cdot 1\,500\,000 \text{ [N]}$$

$$F_p = 702\,000 \leq 1\,200\,000 \text{ [N]}$$

kde:

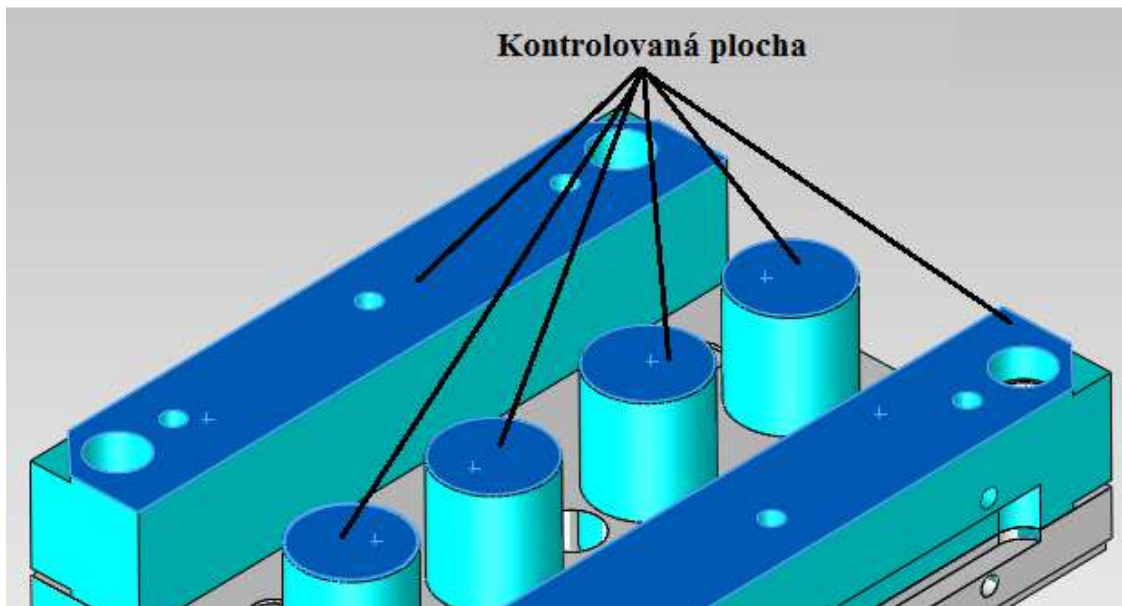
- $F_p$  – otevírací síla plastu v dělicí rovině [N]
- $S_p = 0,0117 \text{ [m}^2\text{]}$  – průmět plochy do dělicí roviny - zjištěn pomocí softwaru
- $p_v = 6 \cdot 10^7 \text{ [N.m}^{-2}\text{]}$  – tlak plastu ve formě
- $Q_n = 1\,500\,000 \text{ [N]}$  – uzavírací síla lisu

Z kontroly je patrné, že vstřikovací forma bude spolehlivě uzavřena a nedojde k nežádoucímu rozevření formy.



## 5.2 Kontrola rozpěrných prvků na otlačení

Forma je zatížena uzavíracím tlakem vstřikovacího stroje. Styčné plochy jednotlivých součástí, v našem případě rozpěrných prvků jsou tomuto tlaku vystaveny a musí mu odolávat. Samotné rozpěrky jsou pro větší tuhost celku doplněny kulatými rozpěrkami. Budeme kontrolovat celkovou plochu, která je těmito prvky tvořena.



Obr. 42 Kontrolovaná plocha na otlačení

### Kontrola dovoleného namáhání na otlačení

$$\sigma_o = \frac{Q_n}{S_o} \leq \sigma_{DOVO} \text{ [MPa]} \quad (5.2)$$

$$\sigma_o = \frac{1\,500\,000}{0,0965} \leq 6 \cdot 10^7 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_o = 1,55 \cdot 10^7 \leq 6 \cdot 10^7 \text{ [MPa]}$$

kde:

- $\sigma_o$  – zjištěné namáhání na otlačení [MPa]
- $Q_n = 1\,500\,000$  [N] – uzavírací síla lisu
- $S_o = 0,0965$  [m<sup>2</sup>] – kontrolovaná plocha na otlačení
- $\sigma_{DOVO} = 6 \cdot 10^7$  [MPa] – dovolené namáhání na otlačení pro nekalené materiály

Kontrolou jsme zjistili, že rozpěrné prvky odolají vzniklému tlaku, který vyvozuje vstřikovací stroj.

### 5.3 Kontrola šroubovacího bodu

Budeme uvažovat nahrazení stávajícího manipulačního prvku – šroubovacího bodu, šroubem s okem, který bude z materiálu pevnosti 8.8. Pokud by tento šroub splňoval podmínky pevnostní kontroly, mohl by být bez vážných následků používán k manipulaci s formou. V opačném případě nemůže být použit k přepravě celé formy.

Provozní síla F [N]

$$F = m \cdot g = 560 \cdot 9,81 = 5\,493,6 \text{ [N]} \quad (5.3)$$

kde:

- $m = 560 \text{ [kg]}$  – hmotnost formy
- $g = 9,81 \text{ [m.s}^{-2}\text{]}$  – gravitační zrychlení

Tahové napětí

$$\sigma_t = \frac{F}{S_s} = \frac{F}{\pi \cdot \left(\frac{d_3}{2}\right)^2} = \frac{5\,493,6}{\pi \cdot \left(\frac{13,546}{2}\right)^2} = 38,12 \text{ [MPa]} \quad (5.4)$$

kde:

- $d_3 = 13,546 \text{ [mm]}$  – nejmenší průměr závitu

Napětí v krutu  $\tau_K$  [MPa]

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K} = \frac{F_Z \cdot \frac{d_2}{2}}{W_K} = \frac{F \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{5496,6 \cdot \operatorname{tg}(2,47 + 13) \cdot \frac{14,701}{2}}{\frac{\pi \cdot 13,546^3}{16}} = 310,1 [\text{MPa}] \quad (5.5)$$

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d_2} = \operatorname{arctg} \frac{2}{\pi \cdot 14,701} = 2,47 [^\circ] - \text{úhel stoupání závitu} \quad (5.6)$$

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f_z}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,2}{\cos \frac{60}{2}} = 13,00 [^\circ] - \text{redukovaný třecí úhel} \quad (5.7)$$

kde:

- $d_2 = 14,701$  [mm] – roztečný průměr
- $P = 2$  [mm] – stoupání závitu
- $f_z = 0,2$  [-] – součinitel tření v závitu
- $\alpha = 60$  [°] – úhel profilu závitu

Tahové napětí  $\sigma_{RED}$  [MPa]

$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_t + 4 \cdot \tau_K^2} = \sqrt{38,12^2 + 4 \cdot 310,10^2} = 621 [\text{MPa}] \quad (5.8)$$

Mez kluzu v tahu  $Re$  [MPa]

$$Re = 8 \cdot 8 \cdot 10 = 640 [\text{MPa}] \quad (5.9)$$

Součinitel bezpečnosti  $k$  [-]

$$k = \frac{Re}{\sigma_{RED}} = \frac{640}{621} = 1,03 [-] \quad (5.10)$$

Výsledná bezpečnost je nedostačující, proto musí být dodrženo použití stávajícího transportního prvku. Pokud by se výsledná bezpečnost pohybovala v rozmezí 1,3 – 2,5 a více mohlo by dojít k nahrazení šroubovacího otočného bodu tímto typem šroubu s okem.



## ZÁVĚR

Úkolem bylo navrhnout konstrukci vstřikovací formy a zároveň se obeznámit se zásadami konstruování těchto forem. Toto bylo splněno a výsledkem je jak tato práce, tak i data potřebná k výrobě formy.

Při modelování a práci se 3D daty jsem používal mnou již dříve známý program a to SolidWorks. V tomto programu pracuji již od verze 2007 a tato práce byla pro mě přínosem z hlediska používání pokročilejších uživatelských funkcí při návrhu formy.

Takto navržená forma by měla splňovat všechny nároky, které byly specifikovány na začátku práce i v samotném zadání.

Kvůli požadavkům na rozměr mohla tato vstřikovací forma být navržena pouze jako dvojnásobná. Pokud by to dovolovali technické parametry vstřikovacího stroje, stojí za úvahu možnost násobnosti např. čtyři. To by vedlo k ekonomičnosti a zvýšení produktivity práce. Otázkou ovšem je výrobní složitost a s ní spojené náklady na výrobu.

K výpočtové části bych chtěl podotknout, že mě překvapil výsledek u kontroly bezpečnosti při použití šroubu s okem. Pokud by v praxi došlo k použití tohoto manipulačního prvku, mohlo by dojít k nečekanému poškození šroubu. Tím by mohla vzniknout škoda na strojním vybavení lisovny či nástrojárny, ale také škoda na zdraví. Toto je fakt, který nelze přehlédnout a je nutné dodržovat předepsané manipulační přípravky.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] LABAJ, Lukáš. Konstrukce vstřikovací formy. Vsetín, 2008. bakalářská práce (Bc.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [2] Www.ksp.tul.cz. *Technická univerzita Liberec* [online]. 2008 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/obsah\\_plasty.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/obsah_plasty.htm)
- [3] NAVRÁTIL, Jan. Konstrukce vstřikovací formy pro zastříkovaný díl. Zlín, 2009. bakalářská práce (Bc.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [4] *Vstřikovací formy* [online]. 2008 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/cviceni\\_soubory/htn\\_\\_tvareci\\_nastroje\\_vstrikovaci\\_formy\\_\\_zak.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/cviceni_soubory/htn__tvareci_nastroje_vstrikovaci_formy__zak.pdf)
- [5] Plasty. *Slavík-Technické plasty s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.plasty-slavik.cz/plasty>
- [6] Krebs, Josef; Sova, Miloš. *Termoplasty v praxi: praktická příručka pro konstruktéry, výrobce, zpracovatele a uživatele termoplastů*. 5. aktualizované vydání. Praha : Verlag Dashöfer, 1999-2000. 1 CD-ROM. ISBN 80-86229-15-7
- [7] HPS III-TE – The economical solution for standard applications. *EWIKON* [online]. 2012 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.ewikon.com/en/products/hotrunner-manifolds/versions/hps-iii-te.html>
- [8] Plastic PP+PE+PS+PC+ABS+PVC+PPE+PPS+AES. *TradeKool* [online]. 2011 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.tradekool.com/products/1288469/Plastic-PP-PE-PS-PC-ABS-PVC-PPE-PPS-AES.html>
- [9] Vstřikovací stroje. *ARBURG* [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.arburg.com/cs/cz/reseni/injection-moulding-machines/>
- [10] Plastics Machine Maker Arburg's New Mexican Ops at Plastimagen. *Jobwerx manufacturing network* [online]. 2008 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: [http://www.jobwerx.com/news/2008/arburg\\_news\\_949718\\_108.html](http://www.jobwerx.com/news/2008/arburg_news_949718_108.html)

- [11] Hot Runner Nozzles. *Synventive molding solution* [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.synventive.com/Products/default3.aspx?id=224>
- [12] Šroubovací otočné body VRS, VRM. *Tedox s.r.o. - dodavatel technického sortimentu* [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.tedox.cz/vrs-vm#za11>
- [13] Products. *HAOYU PRECISION MOULD COMPONENTS LIMITED* [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: [http://www.haoyumould.com/products\\_info.asp?pid=11](http://www.haoyumould.com/products_info.asp?pid=11)
- [14] Šroub s okem DIN 580, matice s okem DIN 582. *Tedox s.r.o. - dodavatel technického sortimentu* [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.tedox.cz/din-580-din-582>
- [15] *Strojnické tabulky: 3. doplněné vydání*. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1999. ISBN 80-7183-164-6.

## POUŽITÉ PROGRAMY

1. SolidWorks 2011
2. AutoCAD 2012

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Vlastnosti materiálu PC+ABS
Příloha B	Normalizované desky formy - CECHO
Příloha C	Normalizované vodící prvky vyhazování - CECHO
Příloha D	Normalizované díly pro vedení formy - CECHO
Příloha E	Vyhazovací kolíky - CECHO
Příloha F	Šroubovací otočné body
Příloha G	Sestavný výkres formy SB3KSV-LHRH-008
Příloha H	Výrobní výkres tvárnice SB3KSV-LHRH-100
Příloha I	CD nosič obsahující bakalářskou práci

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Nadmolekulární struktura amorfních plastů .....	7
Obr. 2 Průběh deformačních vlastností u amorfního plastu [2] .....	7
Obr. 3 Nadmolekulární struktura krystalických plastů .....	8
Obr. 4 Průběh deformačních vlastností u semikrystalického plastu [2].....	8
Obr. 5 Vstřikovací cyklus [2] .....	10
Obr. 6 Průběh vnitřního tlaku při v dutině formy během procesu vstřikování .....	11
Obr. 7 Schéma vstřikovacího stroje se šnekovou plastikací [2].....	11
Obr. 8 Ukázka konstrukce vstřikovací formy – řez vstřikovací formou .....	13
Obr. 9 Vliv činitelů na velikost smrštění [6] .....	14
Obr. 10 Řadové uspořádání vtokové soustavy [6] .....	15
Obr. 11 Symetrické uspořádání vtokové soustavy (stejná délka toku taveniny) [6].....	15
Obr. 12 Nejčastější průřezy vtokových kanálů – a) kruhový průřez, b) kuželový průřez.....	16
Obr. 13 Složení studeného vtokového systému [6].....	17
Obr. 14 Plný kuželový vtok.....	18
Obr. 15 Tunelový vtok [6].....	18
Obr. 16 Boční vtok ( $D$ – průměr vtokového kanálu, $s$ – tloušťka stěny) [6] .....	19
Obr. 17 Vyhřívaný vtokový systém [7].....	19
Obr. 18 Vyhazovací kolíky [13].....	20
Obr. 19 Pohled zepředu – umístění dílu na nárazníku .....	22
Obr. 20 Pohled zezadu – jednotlivé úchytové prvky (elementy) .....	22
Obr. 21 Granulát PC+ABS [8] .....	23
Obr. 22 Vstřikovací stroj Arburg Allrounder 470 C [10] .....	24
Obr. 23 Analýza optimalizace umístění vtoku .....	25
Obr. 24 Levý a pravý díl – pohled shora.....	26
Obr. 25 Levý a pravý díl – pohled zespodu .....	26
Obr. 26 Boční pohled na zvolenou formovací rovinu .....	27
Obr. 27 Analýza úkosů.....	28
Obr. 28 Analýza úkosu úchytového prvku.....	28
Obr. 29 Rám formy .....	30
Obr. 30 Vedení pohyblivé části formy .....	31
Obr. 31 Vedení vyhazovacích desek .....	31
Obr. 32 Vyhřívaná vstřikovací tryska .....	31
Obr. 33 Tvárnice .....	32
Obr. 34 Tvárník .....	33
Obr. 35 Tahače potřebné k zaformování úchytových prvků.....	34
Obr. 36 Sestava tahače .....	34
Obr. 37 Chladicí okruhy tvárnice .....	35
Obr. 38 Chladicí okruhy tvárníku .....	36
Obr. 39 Vyhazovací systém .....	37
Obr. 40 Šroubovací bod [12].....	38
Obr. 41 Řešení přepravního systému .....	38
Obr. 42 Kontrolovaná plocha na otlačení.....	40

## Příloha A – Vlastnosti materiálu PC+ABS

**Werkstoff:**

Polycarbonat+ABS-Blend (PC+ABS)

	Eigenschaft	Einheit	Wert	Grenzen	Norm	Prüfbedingung
1	Dichte	g/cm <sup>3</sup>	1,15	± 0,05	ISO 1183	
2	Bruchdehnung [Streckdehnung]	%	≥ 45		ISO 527	50 mm/min
3	IZOD Kerbschlagzähigkeit bei 23 °C	kJ/m <sup>2</sup>	≥ 38		ISO 180/1A	Probekörper LxBxH [mm] 80 x 10 x 4
4	Formbeständigkeit in der Wärme bei 1,8 MPa	°C	≥ 105		ISO 75-2	1,8 MPa, A120
5	Formbeständigkeit in der Wärme nach Vicat	°C	≥ 128		ISO 306	Methode B120
6	Volumen-Fließindex MVR 260/5	cm <sup>3</sup> /10min	12	± 4	ISO 1133	260°C/5kg

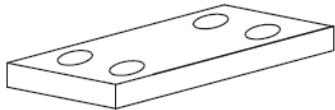
## Příloha B – Normalizované desky formy - CECHO

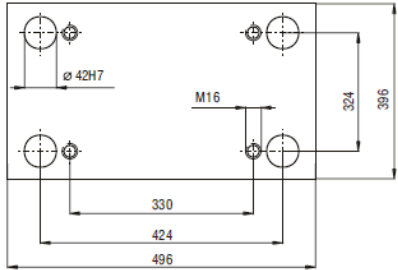
**FCPK**  
BYTOW

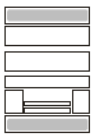
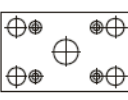
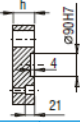
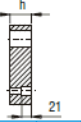
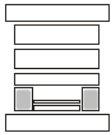

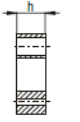
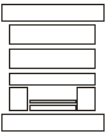
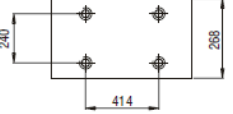
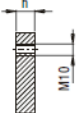

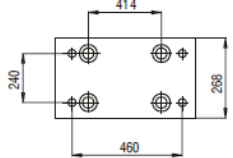
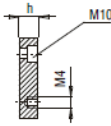
**KORPUSY FORM**  
MOLD BASES

396x496

33





<b>PK 21</b> <b>PK 22</b>					<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>PK 21/396x496x</td> <td>h</td> <td>FCPK-1</td> <td>FCPK-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>27</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>36</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PK 21/396x496x	h	FCPK-1	FCPK-2		27				36											
PK 21/396x496x	h	FCPK-1	FCPK-2																							
	27																									
	36																									
<b>PK 05</b>					<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>PK 05/62x496x</td> <td>h</td> <td>FCPK-1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>66</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>76</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>86</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>96</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>116</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>136</td> <td></td> </tr> </table>	PK 05/62x496x	h	FCPK-1		66			76			86			96			116			136	
PK 05/62x496x	h	FCPK-1																								
	66																									
	76																									
	86																									
	96																									
	116																									
	136																									
<b>PK 06</b>					<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>PK 06/268x496x</td> <td>h</td> <td>FCPK-1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22</td> <td></td> </tr> </table>	PK 06/268x496x	h	FCPK-1		22																
PK 06/268x496x	h	FCPK-1																								
	22																									
<b>PK 07A</b>					<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>PK 07A/268x496x</td> <td>h</td> <td>FCPK-1</td> <td>FCPK-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>27</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PK 07A/268x496x	h	FCPK-1	FCPK-2		27															
PK 07A/268x496x	h	FCPK-1	FCPK-2																							
	27																									

FCPK  
BYTÓW

PROWADZENIE PŁYTY WYPYCHACZY  
EJECTION SYSTEM

## PROWADZENIE PŁYTY WYPYCHACZY EJECTION SYSTEM

### SŁUP PROWADZĄCY LEADER PINS

**SPW**

Mat: 1.7131  
Nawęglany  
Carbonized

d	d <sub>1</sub>	l	k	NR KATALOGOWY						
				L=80	L=100	L=120	L=140	L=160	L=200	L=240
12	16	4	4	SPW-12080	SPW-12100	SPW-12120				
18	22	7	6			SPW-18120	SPW-18140	SPW-18160		
30	36	7	6					SPW-30160	SPW-30200	SPW-30240

### KOSZYK KULKOWY BALL BEARINGS CAGES

**KKW**

Mat: Aluminium

d	D	l	NR KATALOGOWY					
			L=40	L=45	L=56	L=71	L=75	L=95
12	17	2,1	KKW-1240		KKW-1256			
18	24	3,0		KKW-1845	KKW-1856	KKW-1871		
30	38	4,8			KKW-3056		KKW-3075	KKW-3095

### TULEJA PROWADZĄCA GUIDE BUSHINGS

**TKW**


Stal narzędziowa  
Tool steel

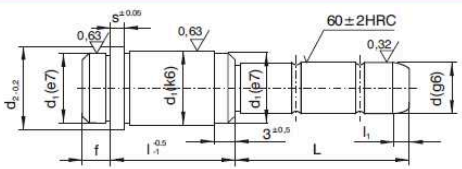
d Nom	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L	NR KATALOGOWY		
				l=18	l=23	l=33
12	22	26	24	TKW-1218		
18	30	35	34		TKW-1823	
30	46	52	54			TKW-3033

# Príloha D – Normalizované diely pro vedení formy - CECHO

**FCPK  
BYTŮW**

**SŁUP PROWADZĄCY  
LEADER PINS**





**SLE**

Mat: 1.7131  
Nawęglany  
Carbonized

d	d1	d2	s	f	l1	l	NR KAT.	NR KAT.
30/32	42	47	6	9	7	27	45	SLE-30027045
							65	SLE-30027065
							105	SLE-30027105
							165	SLE-30027165
							185	SLE-30027185
							245	SLE-30027245
							285	SLE-30027285

d	d1	d2	s	f	l1	l	NR KAT.	NR KAT.
30/32	42	47	6	9	7	96	55	SLE-30096055
							75	SLE-30096075
							95	SLE-30096095
							115	SLE-30096115
							155	SLE-30096155
							205	SLE-30096205
							116	SLE-30116075
							115	SLE-30116115
							155	SLE-30116155

**FCPK  
BYTŮW**

**TULEJA PROWADZĄCA  
LEADER PIN BUSHING**





**TPE**

Mat: 1.7131  
Nawęglana  
Carbonized

d	d1	d2	s	f	l1	l	NR KAT.	NR KAT.
9/10	14	16	3	3	15	12	TPE-09012	TPE-10012
					20	17	TPE-09017	TPE-10017
					25	22	TPE-09022	TPE-10022
					30	27	TPE-09027	TPE-10027
					39	36	TPE-09036	TPE-10036
					46	46	TPE-09046	TPE-10046
					46	56	TPE-09056	TPE-10056
					46	66	TPE-09066	TPE-10066

d	d1	d2	s	f	l1	l	NR KAT.	NR KAT.
30/32	42	47	6	9	36	27	TPE-30027	TPE-32027
					45	36	TPE-30036	TPE-32036
					55	46	TPE-30046	TPE-32046
					65	56	TPE-30056	TPE-32056
					75	66	TPE-30066	TPE-32066
					85	76	TPE-30076	TPE-32076
					95	86	TPE-30086	TPE-32086
					105	96	TPE-30096	TPE-32096
					116	116	TPE-30116	TPE-32116
					116	136	TPE-30136	TPE-32136
					116	156	TPE-30156	TPE-32156

**FCPK  
BYTŮW**

**TULEJA USTALAJĄCA I NÓŻKA  
LOCATING SLEEVES & FEET**





**TUE**

Mat: 1.7131  
Nawęglana  
Carbonized

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
8	2	11	M6	14	20	TUE-14020
					30	TUE-14030
					40	TUE-14040
					50	TUE-14050
					60	TUE-14060
					70	TUE-14070
					80	TUE-14080
					100	TUE-14100
					30	TUE-20030
					40	TUE-20040
					60	TUE-20060
					80	TUE-20080
					100	TUE-20100
					120	TUE-20120
					140	TUE-20140
					160	TUE-20160

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
13	2,5	25	M12	30	80	TUE-30080
					100	TUE-30100
					120	TUE-30120
					140	TUE-30140
					160	TUE-30160
					180	TUE-30180
					200	TUE-30200
					240	TUE-30240
					40	TUE-42040
					60	TUE-42060
					80	TUE-42080
					100	TUE-42100
					120	TUE-42120
					140	TUE-42140
					160	TUE-42160
					180	TUE-42180

**FCPK  
BYTŮW**

**TULEJA USTALAJĄCA  
LOCATING SLEEVES**





**TUE**

Mat: 1.7131  
Nawęglana  
Carbonized

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
8	2	11	M6	14	20	TUE-14020
					30	TUE-14030
					40	TUE-14040
					50	TUE-14050
					60	TUE-14060
					70	TUE-14070
					80	TUE-14080
					100	TUE-14100
					30	TUE-20030
					40	TUE-20040
					60	TUE-20060
					80	TUE-20080
					100	TUE-20100
					120	TUE-20120
					140	TUE-20140
					160	TUE-20160

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
13	2,5	25	M12	30	80	TUE-30080
					100	TUE-30100
					120	TUE-30120
					140	TUE-30140
					160	TUE-30160
					180	TUE-30180
					200	TUE-30200
					240	TUE-30240
					40	TUE-42040
					60	TUE-42060
					80	TUE-42080
					100	TUE-42100
					120	TUE-42120
					140	TUE-42140
					160	TUE-42160
					180	TUE-42180

**FCPK  
BYTŮW**

**TULEJA USTALAJĄCA  
LOCATING SLEEVES**





**TUE**

Mat: 1.7131  
Nawęglana  
Carbonized

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
8	2	11	M6	14	20	TUE-14020
					30	TUE-14030
					40	TUE-14040
					50	TUE-14050
					60	TUE-14060
					70	TUE-14070
					80	TUE-14080
					100	TUE-14100
					30	TUE-20030
					40	TUE-20040
					60	TUE-20060
					80	TUE-20080
					100	TUE-20100
					120	TUE-20120
					140	TUE-20140
					160	TUE-20160

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
13	2,5	25	M12	30	80	TUE-30080
					100	TUE-30100
					120	TUE-30120
					140	TUE-30140
					160	TUE-30160
					180	TUE-30180
					200	TUE-30200
					240	TUE-30240
					40	TUE-42040
					60	TUE-42060
					80	TUE-42080
					100	TUE-42100
					120	TUE-42120
					140	TUE-42140
					160	TUE-42160
					180	TUE-42180

**FCPK  
BYTŮW**

**TULEJA USTALAJĄCA  
LOCATING SLEEVES**





**TUE**

Mat: 1.7131  
Nawęglana  
Carbonized

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
8	2	11	M6	14	20	TUE-14020
					30	TUE-14030
					40	TUE-14040
					50	TUE-14050
					60	TUE-14060
					70	TUE-14070
					80	TUE-14080
					100	TUE-14100
					30	TUE-20030
					40	TUE-20040
					60	TUE-20060
					80	TUE-20080
					100	TUE-20100
					120	TUE-20120
					140	TUE-20140
					160	TUE-20160

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
13	2,5	25	M12	30	80	TUE-30080
					100	TUE-30100
					120	TUE-30120
					140	TUE-30140
					160	TUE-30160
					180	TUE-30180
					200	TUE-30200
					240	TUE-30240
					40	TUE-42040
					60	TUE-42060
					80	TUE-42080
					100	TUE-42100
					120	TUE-42120
					140	TUE-42140
					160	TUE-42160
					180	TUE-42180

**FCPK  
BYTŮW**

**TULEJA USTALAJĄCA  
LOCATING SLEEVES**





**TUE**

Mat: 1.7131  
Nawęglana  
Carbonized

l1	l2	d1	d2	d3	L	NR KAT.
8	2	11	M6	14	20	TUE-14020
					30	TUE-14030
					40	TUE-14040
					50	TUE-14050
					60	TUE-14060
					70	TUE-14070
					80	TUE-14080
					100	TUE-14100
					30	TUE-20030
					40	TUE-20040
					60	TUE-20060
					80	TUE-20080
					100	TUE-20100
					120	TUE-20120
					140	TUE-20140



FCPK  
BYTÓW

WYPYCHACZ  
EJECTOR PINS

WH

DIN 1530/ISO 6751  
250°C

Mat: 1.2210

Hartowany:  
Hardened: 60±2 HRC

d	D	k	R	NR KAT.										
				L										
				80	100	125	160	200	250	315	400			
1,5	3	1,5	0,2	WH-015080	WH-015100	WH-015125	WH-015160	WH-015200						
1,6				WH-016080	WH-016100	WH-016125	WH-016160	WH-016200						
1,7					WH-017100	WH-017125	WH-017160	WH-017200						
1,8					WH-018100	WH-018125	WH-018160	WH-018200						
2	4	2	0,2	WH-020080	WH-020100	WH-020125	WH-020160	WH-020200	WH-020250					
2,1							WH-021160							
2,2				WH-022080	WH-022100	WH-022125	WH-022160	WH-022200	WH-022250					
2,5	5		0,3	WH-025080	WH-025100	WH-025125	WH-025160	WH-025200	WH-025250					
2,7				WH-027080	WH-027100	WH-027125	WH-027160	WH-027200	WH-027250					
3	6	3		WH-030080	WH-030100	WH-030125	WH-030160	WH-030200	WH-030250	WH-030315				
3,1							WH-031160							
3,2				WH-032080	WH-032100	WH-032125	WH-032160	WH-032200	WH-032250	WH-032315				
3,5				WH-035080	WH-035100	WH-035125	WH-035160	WH-035200	WH-035250	WH-035315				
3,7	7			WH-037080	WH-037100	WH-037125	WH-037160	WH-037200	WH-037250	WH-037315				
4				WH-040080	WH-040100	WH-040125	WH-040160	WH-040200	WH-040250	WH-040315	WH-040400			
4,1	8						WH-041160							
4,2				WH-042080	WH-042100	WH-042125	WH-042160	WH-042200	WH-042250	WH-042315	WH-042400			
4,5				WH-045080	WH-045100	WH-045125	WH-045160	WH-045200	WH-045250	WH-045315	WH-045400			
4,7				WH-047080	WH-047100	WH-047125	WH-047160	WH-047200	WH-047250	WH-047315	WH-047400			
5	10			WH-050080	WH-050100	WH-050125	WH-050160	WH-050200	WH-050250	WH-050315	WH-050400			
5,1								WH-051200						
5,2				WH-052080	WH-052100	WH-052125	WH-052160	WH-052200	WH-052250	WH-052315	WH-052400			
5,5					WH-055100	WH-055125	WH-055160	WH-055200	WH-055250	WH-055315	WH-055400			
6	12	5	0,5	WH-060080	WH-060100	WH-060125	WH-060160	WH-060200	WH-060250	WH-060315	WH-060400			



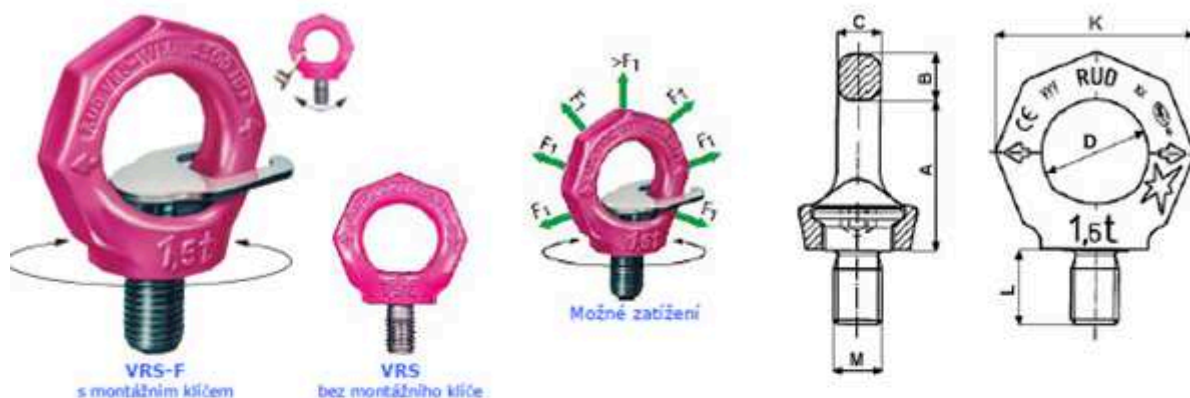
# Příloha F – Šroubovací otočné body



TEDOX s.r.o.  
Blatenská 59, 262 72 Březnice, CZ  
Tel.: 318 684 100-1  
Fax: 318 684 102  
e-mail: [info@tedox.cz](mailto:info@tedox.cz)  
<http://www.tedox.cz>

## RUD VRS/VRS-F – šroubovací otočné body

Ceník od 1. 4. 2011



Typ	Rozměry závitu		Rozměry v mm					Cena (Kč)	
	Stoupání závitu	Délka závitu L (mm)	A	B	C	D	K	VRS (bez klíče)	VRS-F (s klíčem)
VRS-F M8	M8 x 1,25	12	34	11	8,5	25	47	588,-	664,-
VRS-F M10	M10 x 1,5	15	34	11	8,5	25	47	588,-	664,-
VRS-F M12	M12 x 1,75	18	42	13	10	30	56	714,-	818,-
VRS-F M16	M16 x 2,0	24	49	15	14	35	65	871,-	946,-
VRS-F M20	M20 x 2,5	30	57	17	16	40	75	1 196,-	1 252,-
VRS-F M24	M24 x 3,0	36	69	21	19	48	90	1 590,-	1 666,-
VRS-F M30	M30 x 3,5	45	86	26	24	60	112	2 433,-	2 604,-
VRS-F M36	M36 x 4,0	54	103	32	29	72	135	3 382,-	3 517,-
VRS-F M42	M42 x 4,5	63	120	38	34	82	158	4 774,-	4 911,-
VRS-F M48	M48 x 5,0	72	137	43	38	94	180	5 690,-	6 051,-

TABULKA NOSNOSTÍ										
Způsob uvázání										
Počet bodů	1	1	2	2	2	2	2	3 nebo 4	3 nebo 4	3 nebo 4
Úhel sklonu °	0°	90°	0°	90°	0°-45°	45°-60°	nesymetrické	0°-45°	45°-60°	nesymetrické
VRS-F M8	1t	0,3t	2t	0,6t	0,42t	0,3t	0,3t	0,63t	0,45t	0,3t
VRS-F M10	1t	0,4t	2t	0,8t	0,56t	0,4t	0,4t	0,84t	0,6t	0,4t
VRS-F M12	2t	0,75t	4t	1,5t	1t	0,75t	0,75t	1,6t	1,12t	0,75t
VRS-F M16	4t	1,5t	8t	3t	2,1t	1,5t	1,5t	3,15t	2,25t	1,5t
VRS-F M20	6t	2,3t	12t	4,6t	3,22t	2,3t	2,3t	4,83t	3,45t	2,3t
VRS-F M24	8t	3,2t	16t	6,4t	4,48t	3,2t	3,2t	6,7t	4,8t	3,2t
VRS-F M30	12t	4,5t	24t	9t	6,3t	4,5t	4,5t	9,4t	6,7t	4,5t
VRS-F M36	16t	7t	32t	14t	9,8t	7t	7t	14,7t	10,5t	7t
VRS-F M42	24t	9t	48t	18t	12,6t	9t	9t	18,9t	13,5t	9t
VRS-F M48	32t	12t	64t	24t	16,8t	12t	12t	25,2t	18t	12t

Cený bez DPH.